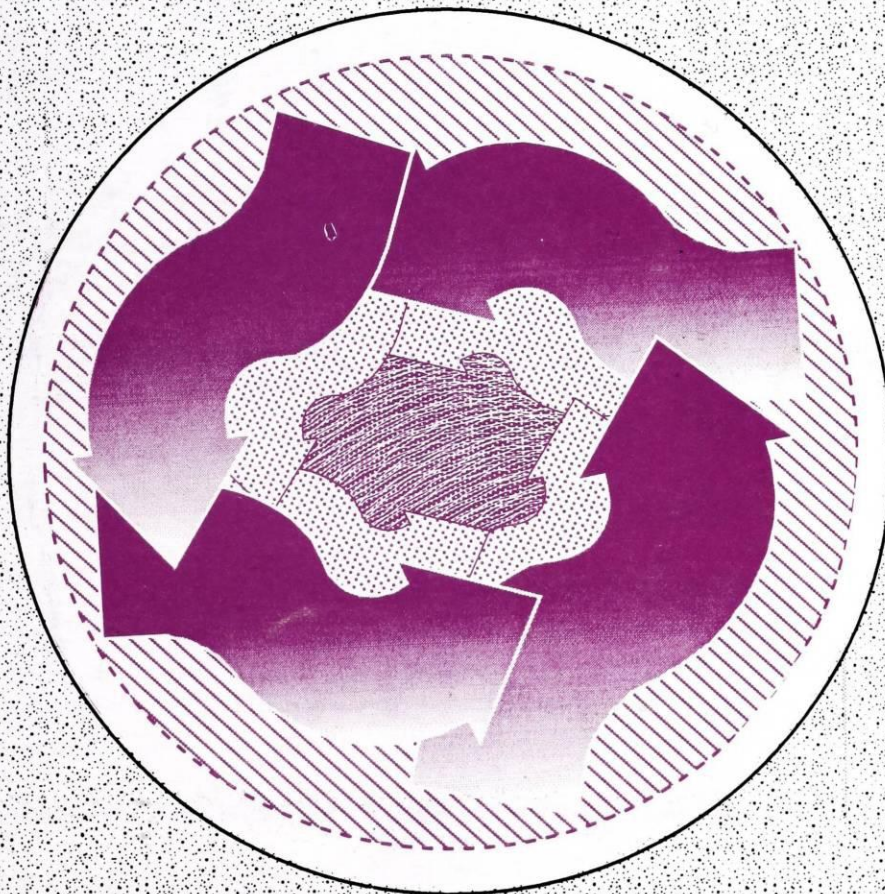


Selección de problemas de termodinámica

Luz María García Cruz



Selección de problemas de termodinámica

Luz María García Cruz



2893160

UAM-AZCAPOTZALCO

RECTOR

Dr. Adrián Gerardo de Garay Sánchez

SECRETARIA

Dra. Sylvie Jeanne Turpin Marion

COORDINADORA GENERAL DE DESARROLLO ACADÉMICO

Dra. Norma Rondero López

COORDINADOR DE EXTENSIÓN UNIVERSITARIA

DI Jorge Armando Morales Aceves

JEFE DE LA SECCIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN EDITORIALES

DCG Edgar Barbosa Álvarez Lerín

ISBN: 970-654-478-X

©UAM-Azcapotzalco

Luz María García Cruz

Corrección:

Marisela Juárez Capistrán

Ilustración de portada:

Consuelo Quiroz Reyes

Diseño de Portada:

Modesto Serrano Ramírez

Sección de producción
y distribución editoriales
Tel. 5318-9222 / 9223
Fax 5318-9222

Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Azcapotzalco
Av. San Pablo 180
Col. Reynosa Tamaulipas
Delegación Azcapotzalco
C.P. 02200
México, D.F.

*Selección de problemas
de termodinámica*

1a. edición, 1990

2a. edición, 1999

7a. reimpresión, 2006

Impreso en México

PRESENTACIÓN

Las páginas que a continuación se presentan tienen por objeto auxiliar al alumno en el curso de Termodinámica. En ellas se describen una selección de ejercicios que han servido como base para la elaboración de exámenes departamentales, cuyas respuestas se incluyen en las páginas finales.

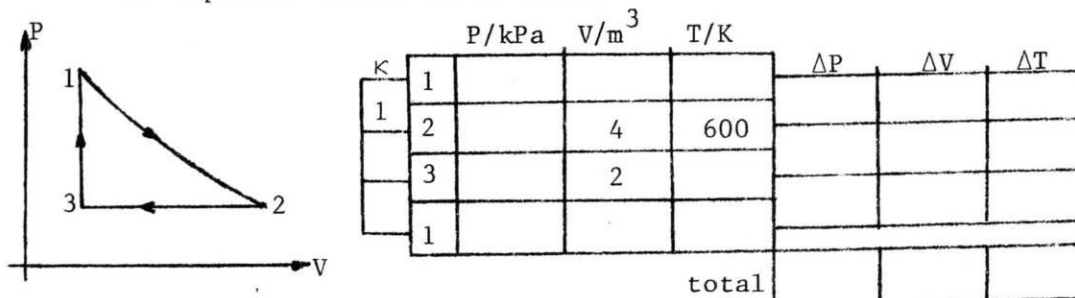
Este problemario fue realizado por la Profesora Luz María García Cruz, Coordinadora de la u. e. a. - Termodinámica, del Área de Física.

M. en C. José Ángel Rocha Martínez,
Jefe del Área de Física.

Agradezco la cooperación del Dr. Francisco Medina N. y Dra. Matilde E. Espinosa R. por la revisión de este - trabajo.

Profa. Luz María García Cruz,
Área de Física.

1. Un sistema que consta de 2 kg de nitrógeno ($R = 0.297 \text{ kJ/kgK}$), efectúa los cambios politrópicos mostrados en el diagrama VP. Llenar los espacios vacíos en la tabla.



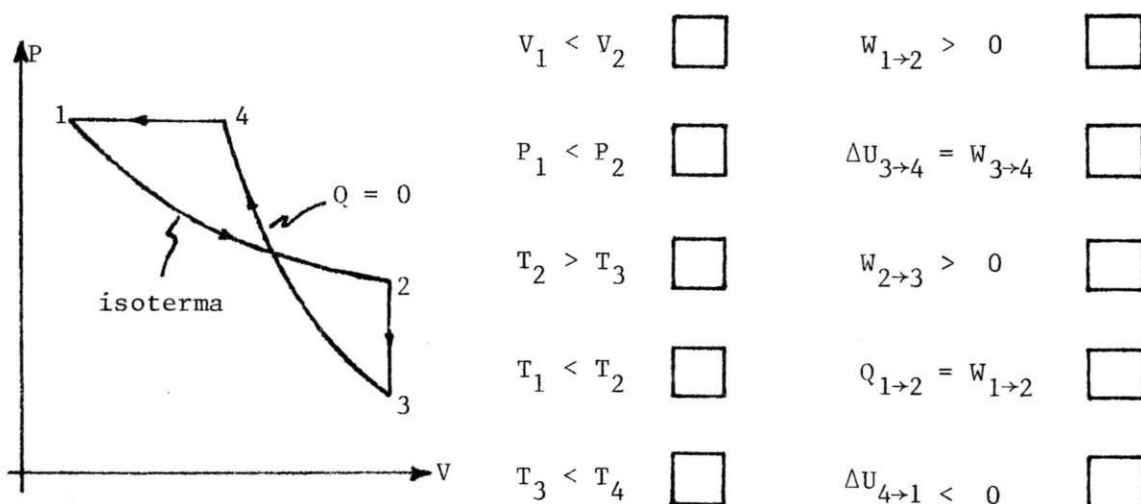
2. Un gas ideal efectúa los cambios que se describen a continuación: pasa del estado 1 al 2, efectuando un trabajo de 200 kJ sin variar su temperatura; luego pasa del estado 2 al 3, absorbiendo 150 kJ de calor sin variar su volumen.

Llenar los espacios vacíos en la tabla.

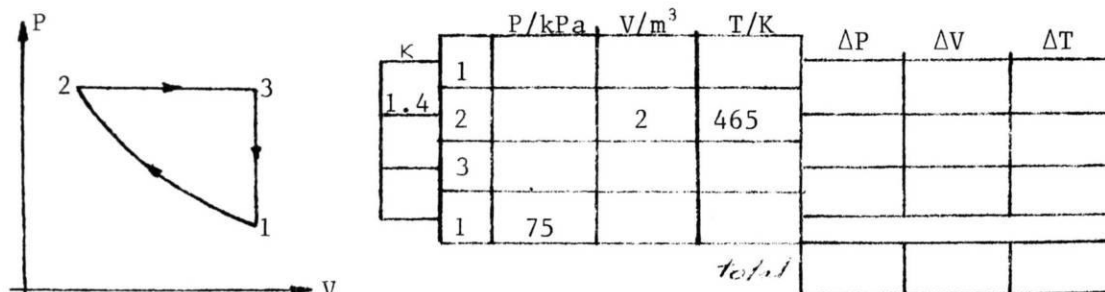
Estado	$\Delta U/\text{kJ}$	Q/kJ	W/kJ
1			
2			
3			
1 \rightarrow 3			

3. Un gas ideal experimenta los cambios politrópicos mostrados en el diagrama VP.

Marcar con una "X" las relaciones correctas.



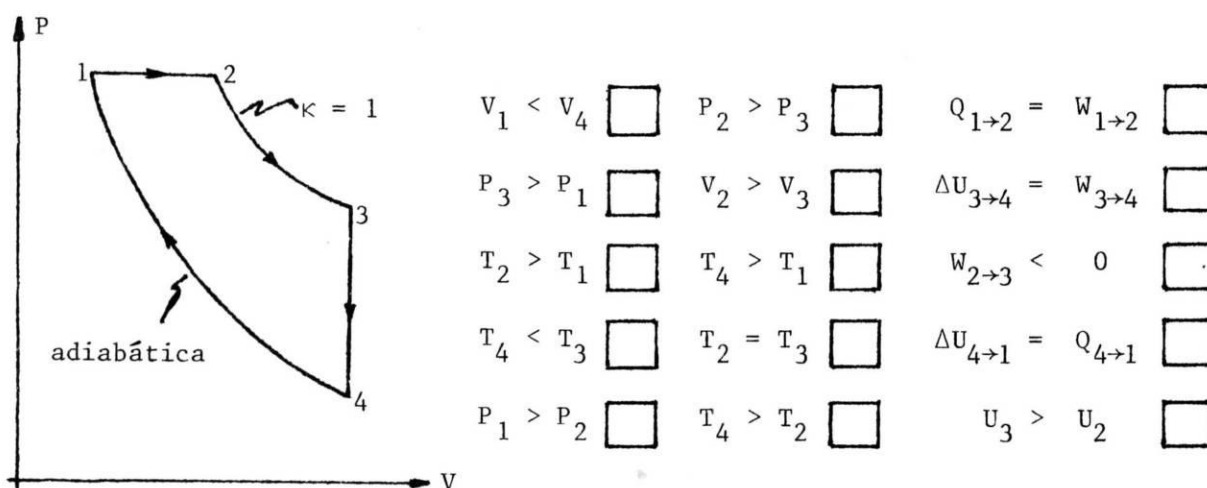
1. Un sistema que consta de 3 kg de aire ($R = 0.287 \text{ kJ/kgK}$), efectúa los cambios politrópicos mostrados en el diagrama VP .
Llenar los espacios vacíos en la tabla.



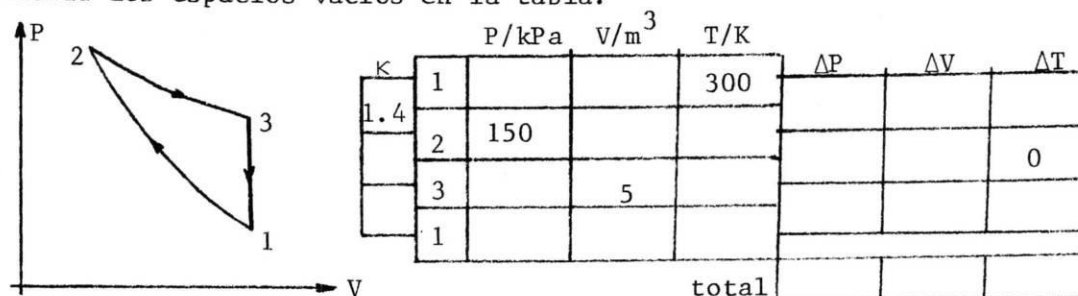
2. Un gas ideal efectúa los cambios que se describen a continuación : en forma adiabática pasa del estado 1 al 2 , disminuyendo su energía interna en 200 kJ ; pasa del estado 2 al 3 , en forma isotérmica cediendo 50 kJ de calor.
Llenar los espacios vacíos en la tabla.

	$\Delta U/\text{kJ}$	Q/kJ	W/kJ
1			
2			
3			
1→3			

3. Un gas ideal experimenta los cambios mostrados en el plano VP .
Marcar con una "X" las relaciones correctas.



1. Un sistema que consta de 3 kg de nitrógeno ($R = 0.297 \text{ kJ/kgK}$), efectúa los cambios politrópicos mostrados en el diagrama VP .
Llenar los espacios vacíos en la tabla.



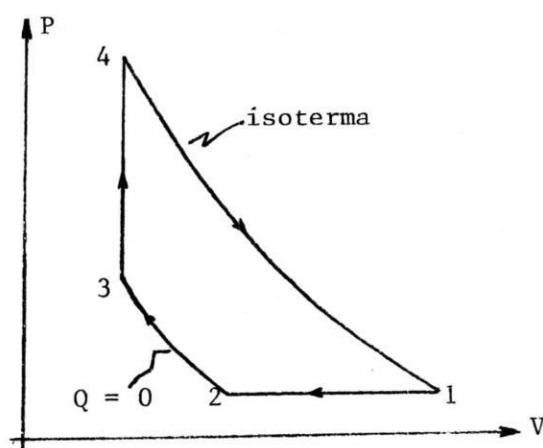
2. Un gas ideal efectúa los siguientes cambios: a presión constante pasa del estado 1 al 2 , disminuyendo su energía interna en 180 kJ ; pasa del 2 al 3 en forma adiabática realizándose sobre el sistema un trabajo de 300 kJ ; finalmente, pasa del 3 al 4 a temperatura constante, absorbiendo 600 kJ de calor.

Sabiendo que el trabajo total realizado por el sistema sobre los alrededores es de 100 kJ , llenar la tabla.

	$\Delta U/\text{kJ}$	Q/kJ	W/kJ
1			
2			
3			
4			
total			

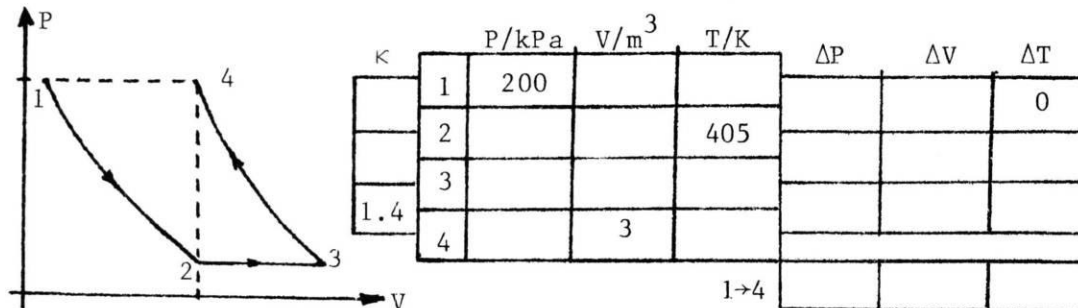
3. Un gas ideal experimenta los cambios mostrados en el plano VP .

- a) Establecer para cada par de variables el signo correspondiente ($>$, $=$, $<$),
b) clasificar como verdadera (V) o falsa (F) cada una de las relaciones indicadas.

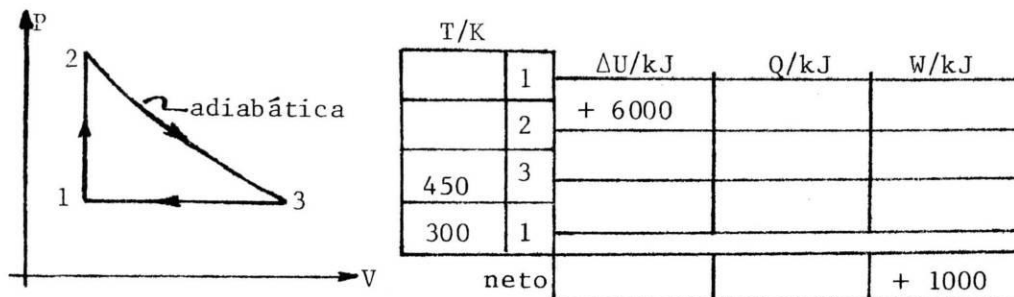


a)		b)	
T_2	T_3	$\Delta U_{2 \rightarrow 3} = 0$	<input type="checkbox"/>
T_3	T_1	$Q_{4 \rightarrow 1} = W_{4 \rightarrow 1}$	<input type="checkbox"/>
T_4	T_2	$W_{2 \rightarrow 3} > 0$	<input type="checkbox"/>
P_1	P_2	$\Delta U_{4 \rightarrow 1} > 0$	<input type="checkbox"/>
V_4	V_3	$U_3 < U_2$	<input type="checkbox"/>

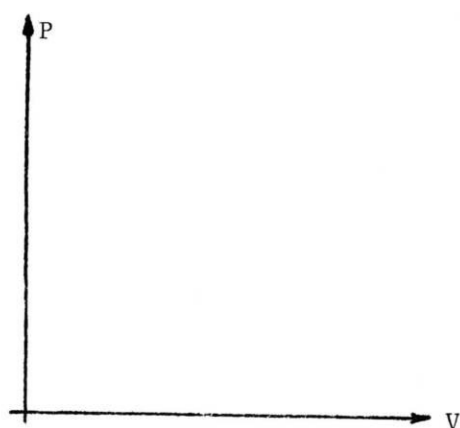
1. Un sistema que consta de 3 kg de nitrógeno ($R = 0.297 \text{ kJ/kgK}$), se ve sujeto a los cambios politrópicos mostrados en el diagrama VP. Llenar los espacios vacíos en la tabla.



2. Un gas ideal ($C_V' = 20 \text{ kJ/K}$) efectúa los cambios ilustrados en el plano VP. Llenar los espacios vacíos en la tabla.



3. Esbozar en el plano VP el ciclo formado por tres procesos politrópicos a los que es sometido un gas ideal ; tal que se cumplan las condiciones indicadas a la derecha del plano.



$$P_2 = P_1$$

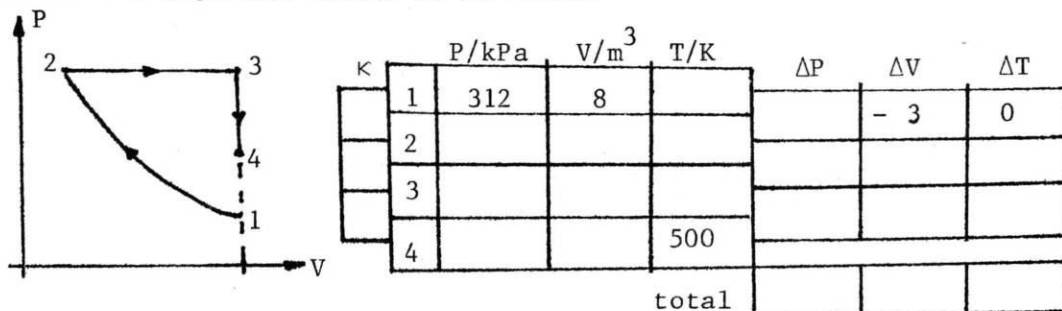
$$T_3 > T_2$$

$$V_1 > V_3$$

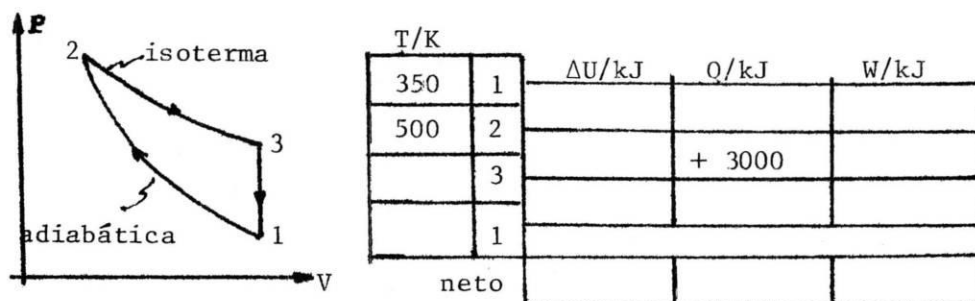
$$Q_{2 \rightarrow 3} = \Delta U_{2 \rightarrow 3}$$

$$\Delta U_{3 \rightarrow 1} = 0$$

1. Un sistema que consta de 3.0 kg de helio ($R = 2.08 \text{ kJ/kgK}$) se ve sujeto a los cambios politrópicos ilustrados en el diagrama VP. Llenar los espacios vacíos en la tabla.



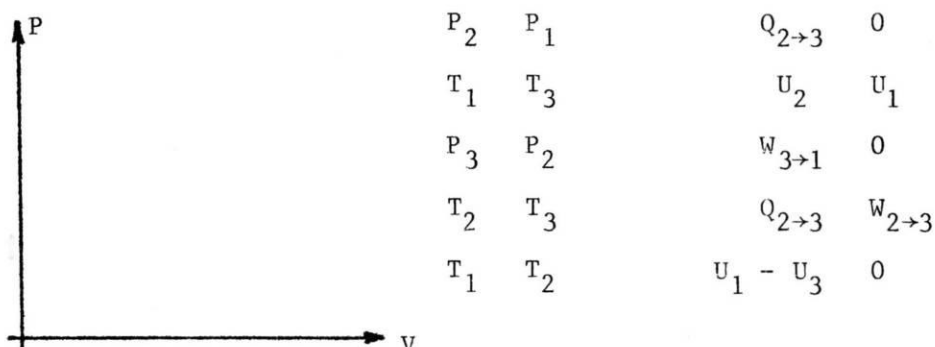
2. Un gas ideal ($C_V' = 15 \text{ kJ/K}$) efectúa los cambios ilustrados en el plano VP. Llenar los espacios vacíos en la tabla.



3. Un gas ideal efectúa sucesivamente los cambios politrópicos que a continuación se describen:

1 → 2	compresión adiabática ($\kappa > 1$)
2 → 3	expansión isotérmica
3 → 1	cambio isobárico

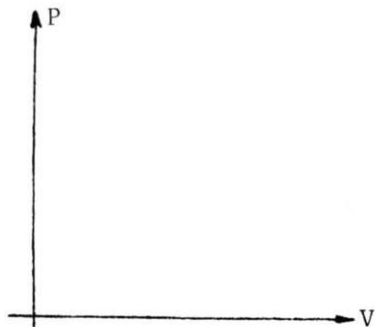
- a) Esbozar el diagrama del ciclo en el plano VP, b) escribir el signo correspondiente ($>$, $=$, $<$) entre cada par de relaciones a la derecha del diagrama.



1. Un gas ideal ($R = 0.3 \text{ kJ/kgK}$) que consta de 5 kg, experimenta los siguientes cambios:

En forma isocórica su temperatura se triplica; luego, mediante un cambio isotérmico su presión se duplica y, finalmente mediante un proceso para el que $\kappa = 1.5$, adquiere un volumen final de 9.0 m^3 .

a) Llenar la tabla, b) esbozar los procesos descritos en el plano VP.



κ		P/kPa	V/m ³	T/K
	1		6	600
	2			
	3			
	4			

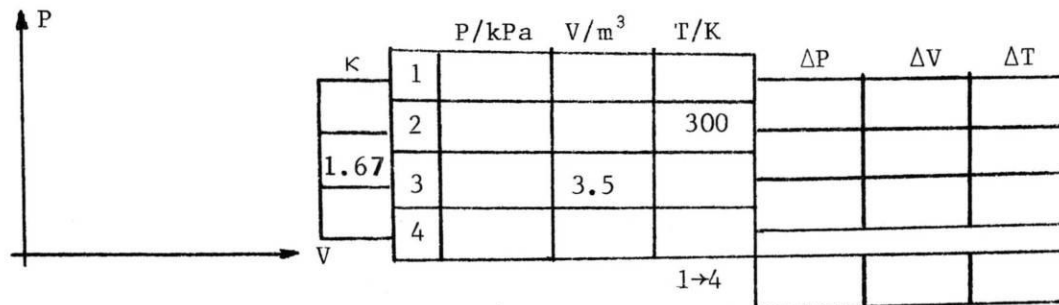
2. Un gas ideal efectúa los siguientes cambios: en forma isobárica pasa del estado 1 al 2, aumentando su energía interna en 250 kJ; llega al estado 3 al efectuarse un cambio adiabático, realizando el sistema un trabajo de 450 kJ ; finalmente, a volumen constante llega al estado 4 absorbiendo 750 kJ de calor. Sabiendo que el trabajo total realizado por el sistema es de 850 kJ , llenar la tabla.

	$\Delta U/\text{kJ}$	Q/kJ	W/kJ
1			
2			
3			
4			
total			

1. Un sistema que consta de 2.0 kg de helio, inicialmente a 450 K y 12.5 m^3 se ve sujeto a los cambios siguientes:

Pasa del estado 1 al 2 en forma isobárica; llega al estado 3 mediante un cambio isoentrópico; finalmente, en forma isotérmica adquiere la presión inicial.

a) Llenar la tabla, b) esbozar los procesos descritos en el plano VP.



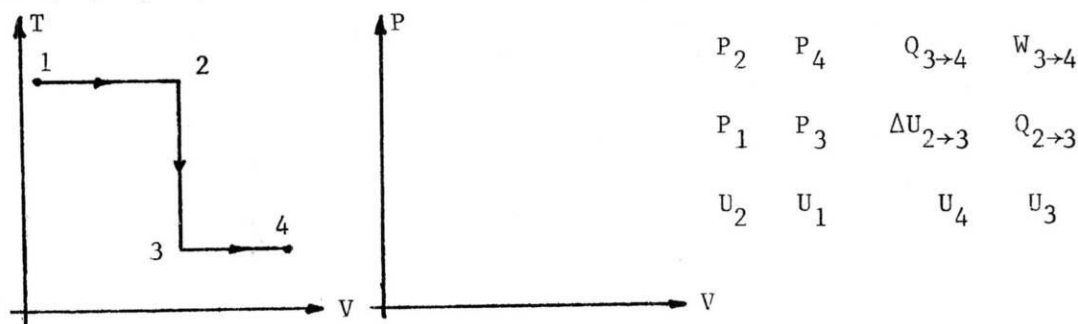
2. Un gas ideal ($C_V' = 15 \text{ kJ/K}$) efectúa los siguientes cambios: en forma isocórica pasa del estado 1 al 2 cediendo 600 kJ de calor; llega al estado 3 en forma isobárica, disminuyendo su energía interna en 300 kJ; finalmente, mediante un cambio adiabático realiza un trabajo de 300 kJ.

Si el trabajo total realizado por los alrededores sobre el sistema es de 1200 kJ, llenar la tabla.

T/K		ΔU/kJ	Q/kJ	W/kJ
	1			
	2			
	3			
400	4			
1→4				

3. Un gas ideal realiza los procesos politrópicos mostrados en el plano VT.

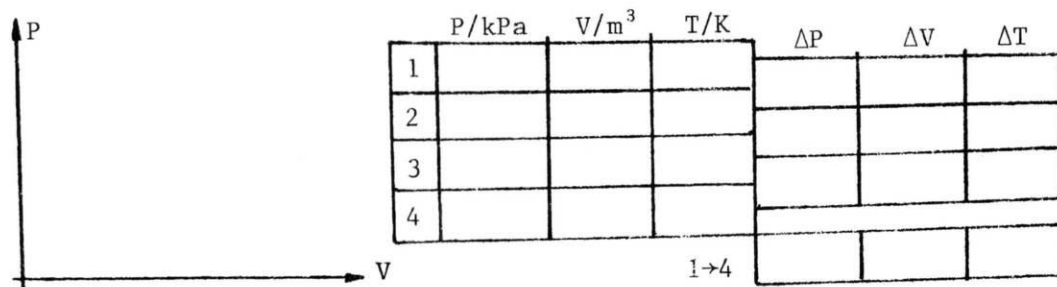
a) Esbozar el diagrama de los tres procesos en el plano VP, b) indicar el signo de Q, W y ΔU para cada proceso, c) indicar la relación existente entre los parámetros que se dan a la derecha del diagrama mediante los signos ($>$, $=$, $<$)



1. Un sistema que consta de 2.0 kg de helio, inicialmente a 700 K y 4.0 m³ efectúa los cambios que se describen a continuación:

Cambio	κ	Condiciones
1 \rightarrow 2	1.4	disminuye su presión en 300 kPa
2 \rightarrow 3	∞	aumenta su temperatura en 50 K
3 \rightarrow 4	0	$V_4 = V_1$

a) Llenar los espacios vacíos en la tabla, b) esbozar el diagrama de los tres procesos en el plano VP.



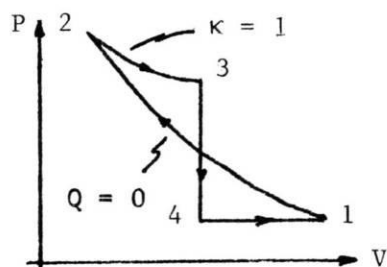
2. Un gas ideal experimenta los cambios siguientes: mediante un proceso isotérmico pasa del estado 1 al 2, realizando los alrededores sobre el sistema un trabajo de 800 kJ; a volumen constante, llega al estado 3 cediendo 400 kJ de calor; finalmente, en forma isobárica alcanza el estado 4 aumentando su energía interna en 200 kJ.

Si el calor total cedido por el sistema es de 600 kJ, llenar los espacios vacíos en la tabla.

	$\Delta U/\text{kJ}$	Q/kJ	W/kJ
1			
2			
3			
4			
total			

3. Un gas ideal efectúa los cambios mostrados en el plano VP.

Indicar la relación existente entre los parámetros que se dan a la derecha del diagrama mediante los signos ($>$, $=$, $<$). (Justifique en cada caso su respuesta).



$W_{1 \rightarrow 2}$	0	T_2	T_3
$\Delta U_{2 \rightarrow 3}$	0	T_1	T_4
$Q_{3 \rightarrow 4}$	$\Delta U_{3 \rightarrow 4}$	V_3	V_4
$W_{4 \rightarrow 1}$	$Q_{4 \rightarrow 1}$	P_4	P_1
$Q_{3 \rightarrow 4}$	0	T_4	T_3

1. Un sistema que consta de 2 kg de helio, inicialmente a 640 kPa y 4 m^3 experimenta los cambios que se describen a continuación:

Cambio	κ	Condiciones
1 \rightarrow 2	1.7	disminuye su presión en 328 kPa
2 \rightarrow 3	1	disminuye su volumen a 4 m^3
3 \rightarrow 4	∞	aumenta su temperatura a 675 K

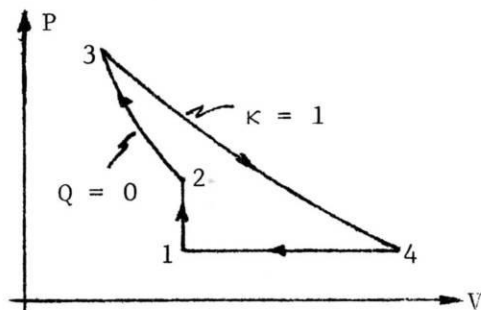
a) Llenar los espacios vacíos en la tabla, b) esbozar los tres procesos en el plano VP.

	P/kPa	V/ m^3	T/K	ΔP	ΔV	ΔT
1						
2						
3						
4						
total						

2. Un gas ideal efectúa los cambios que se describen a continuación: mediante un proceso isotérmico pasa del estado 1 al 2, absorbiendo los alrededores 1200 kJ de calor; en forma adiabática llega al estado 3, disminuyendo su energía interna en 600 kJ; finalmente, en forma isobárica alcanza el estado 4, realizando los alrededores sobre el sistema un trabajo de 800 kJ. Sabiendo que la energía total del sistema disminuye en 850 kJ, llenar los espacios vacíos en la tabla.

	$\Delta U/\text{kJ}$	Q/kJ	W/kJ
1			
2			
3			
4			
1 \rightarrow 4			

3. Un gas ideal efectúa los procesos politrópicos ilustrados en el plano VP. Indicar la relación existente entre los parámetros que se dan a la derecha del diagrama mediante los signos ($>$, $=$, $<$). (Justifique en cada caso su respuesta).



$\Delta U_{2 \rightarrow 3}$	0	T_4	T_1
$Q_{1 \rightarrow 2}$	0	T_2	T_4
$W_{4 \rightarrow 1}$	$Q_{4 \rightarrow 1}$	T_3	T_1
$Q_{3 \rightarrow 4}$	0	T_4	T_3
U_3	U_4	T_1	T_2

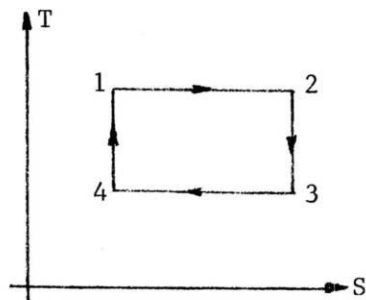
F O R M U L A R I O P A R A
R E S O L V E R 2a. E V A L U A C I Ó N

$$\begin{aligned}\Delta S &= mC_V \ln(T_f/T_i) + mR \ln(V_f/V_i) \\ &= mC_P \ln(T_f/T_i) - mR \ln(P_f/P_i)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}W &= - \Delta U \quad (\text{isoentrópico}) \\ &= T\Delta S \quad (\text{isotérmico}) \\ &= mR\Delta T \quad (\text{isobárico})\end{aligned}$$

1. Un sistema que consta de 3 kg de helio, efectúa el ciclo mostrado en el plano ST con un rendimiento de 50 % .

Sabiendo que absorbe 900 kJ de calor a la temperatura de 600 K , llenar la tabla.

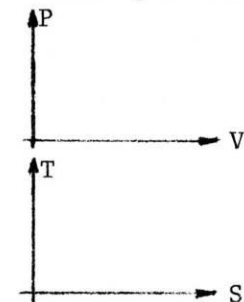


T/K		$\Delta U/\text{kJ}$	Q/kJ	W/kJ	$\Delta S/\text{kJ K}^{-1}$
	1				
	2				
	3				
	4				
	1				
neto					

2. Un sistema que consta de 2 kg de helio, inicialmente a 150 kPa y 375 K, experimenta los siguientes cambios:

A temperatura constante pasa del estado 1 al 2, hasta adquirir un volumen de 5 m^3 ; llega al estado 3, mediante un proceso a presión constante; regresa al estado inicial en forma isocórica.

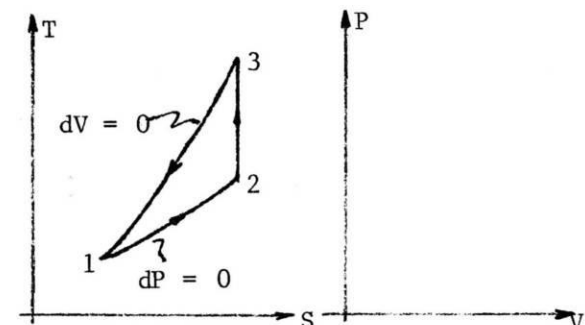
a) Llenar la tabla, b) esbozar el diagrama del ciclo en los planos VP y ST ; calcular: c) el rendimiento r del ciclo y d) el rendimiento r_c de un ciclo de Carnot operando a las temperaturas extremas .



	P/kPa	V/m ³	T/K	$\Delta U/\text{kJ}$	Q/kJ	W/kJ	$\Delta S/\text{kJK}^{-1}$
1							
2							
3							
1							
neto							

3. Un gas ideal realiza el ciclo mostrado en el plano ST .

a) Ilustrar el ciclo en el plano VP, b) clasificar como verdadera (V) o falsa (F) cada una de las relaciones indicadas.



$P_1 > P_3$ ☐

$$Q_{1 \rightarrow 2} > Q_{3 \rightarrow 1} \quad \boxed{}$$

$T_1 > T_3$ ☐

$S_2 < S_3$ ☐

$$P_3 > P_2 \quad \square$$

$U_3 > U_1$

$$S_1 = S_2 \quad \square$$

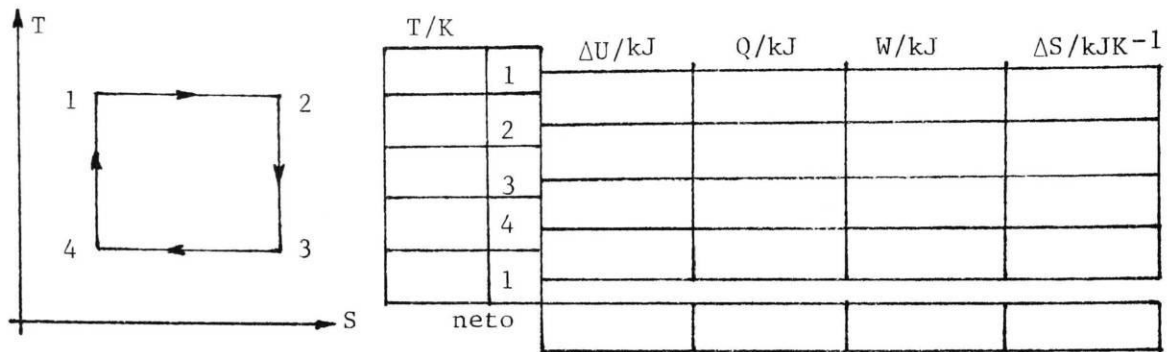
$$W_{2 \rightarrow 3} < 0$$

$$V_2 > V_1 \quad \square$$

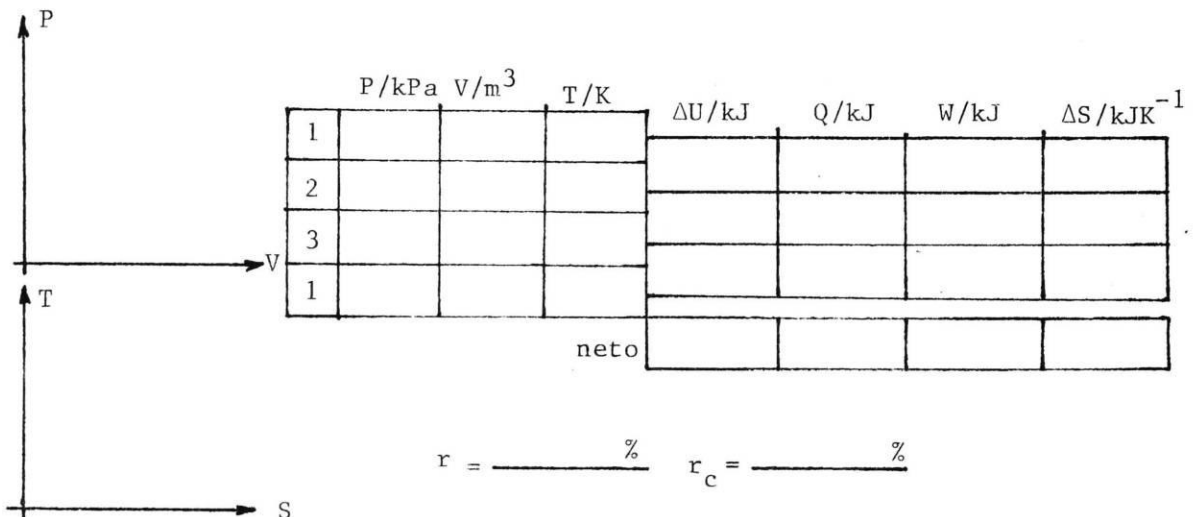
$$W_{\text{neto}} > 0$$

Helio en kJ/kgK : $R = 2.08$: $C_V = 3.12$

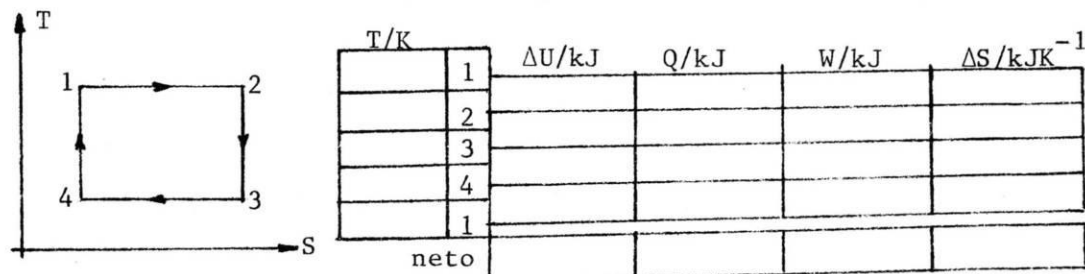
1. Un sistema que consta de 2 kg de helio, realiza el ciclo mostrado en el plano ST con un rendimiento de 60%. Sabiendo que a la temperatura de 300 K el sistema cede 600 kJ de calor, lle
nar la tabla.



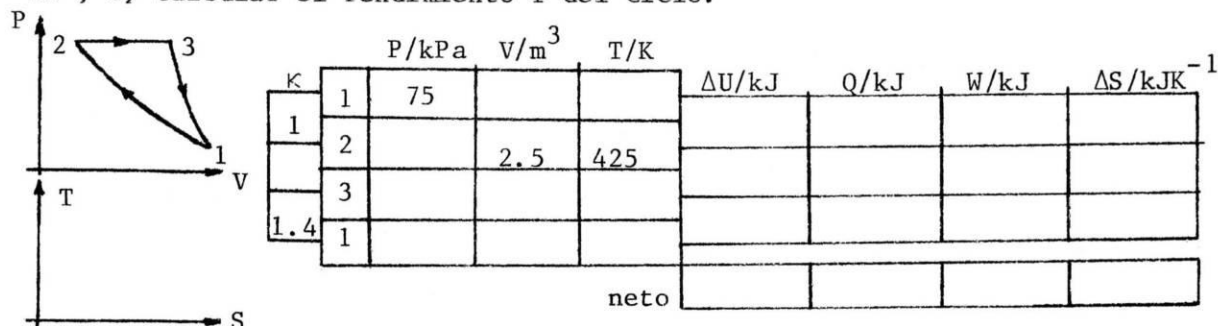
2. Un sistema que consta de 2 kg de helio, inicialmente a la temperatura de 300 K y a la presión de 200 kPa efectúa los cambios siguientes: Isoentrópicamente se lleva hasta una presión de 450 kPa ; a continuación en forma isotérmica se lleva hasta la presión inicial; por último isobáricamente re
gres a al estado inicial.
a) Llenar la tabla, b) esbozar el diagrama del ciclo en los planos VP y ST; calcular : c) el rendimiento r del ciclo y d) el rendimiento r_c de un ciclo de Carnot que opere entre las mismas temperaturas extremas.



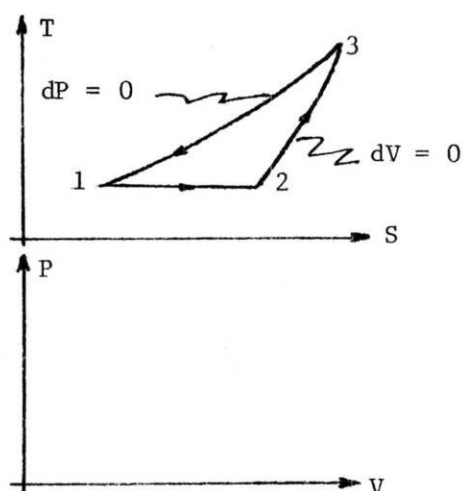
1. 2 kg de nitrógeno efectúan el ciclo mostrado en la figura con un rendimiento de 35% .
 Sabiendo que el trabajo neto realizado por el sistema es de 350 kJ y que la temperatura superior a la que trabaja el ciclo es de 600 K , llenar la tabla.



2. 3 kg de nitrógeno efectúan el ciclo mostrado en el plano VP .
 a) Llenar los espacios vacios en la tabla , b) ilustrar el ciclo en el plano ST , c) calcular el rendimiento r del ciclo.



3. Un gas ideal experimenta los procesos politrópicos mostrados en el plano ST .
 a) Esbozar el diagrama del ciclo en el plano VP , b) clasificar como verdadera (V) o falsa (F) cada una de las relaciones indicadas.

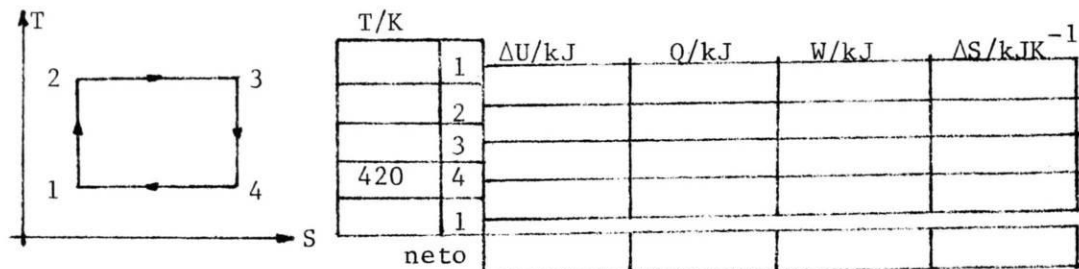


$P_1 > P_3$	<input type="checkbox"/>	$S_3 > S_2$	<input type="checkbox"/>
$T_1 > T_3$	<input type="checkbox"/>	$W_{\text{neto}} > 0$	<input type="checkbox"/>
$P_3 > P_2$	<input type="checkbox"/>	$\Delta U_{1 \rightarrow 2} = 0$	<input type="checkbox"/>
$V_1 < V_2$	<input type="checkbox"/>	$Q_{\text{neto}} < 0$	<input type="checkbox"/>
$S_1 = S_3$	<input type="checkbox"/>	$W_{1 \rightarrow 2} = Q_{1 \rightarrow 2}$	<input type="checkbox"/>

Helio en kJ/kgK : $R=2.08$: $C_P = 5.20$

1. 3 kg de helio efectúan un ciclo de Carnot absorbiendo 1500 kJ de calor a la temperatura de 600 K.

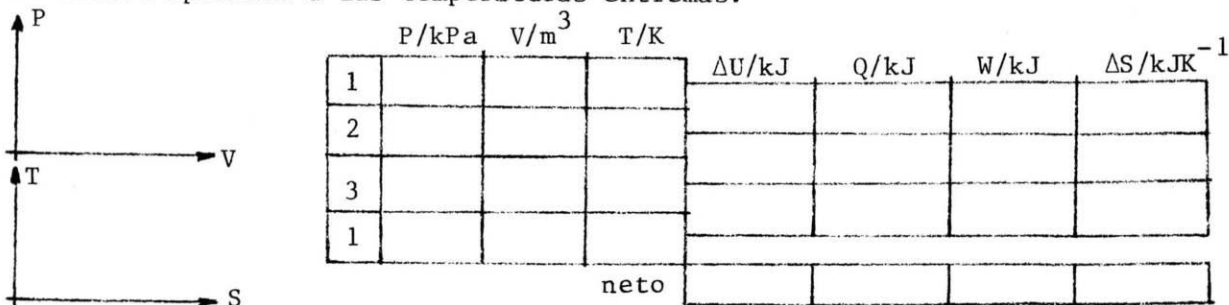
a) Llenar la tabla, b) calcular el rendimiento r_c del ciclo.



2. Un sistema que consta de 2 kg de helio, inicialmente a 200 kPa y 450 K realiza un ciclo formado por los siguientes procesos:

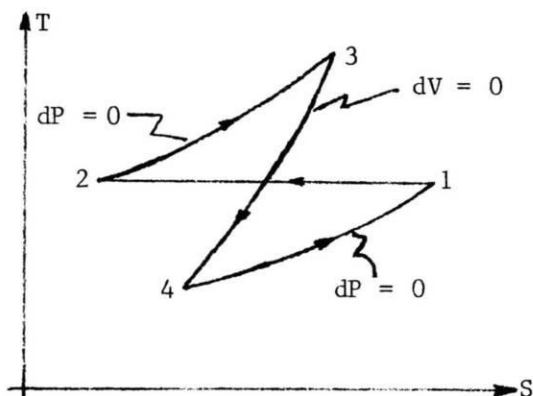
A entropía constante, su temperatura disminuye en 150 K; a continuación ocurre un proceso isotérmico; regresa al estado inicial en forma isocórica.

a) Llenar la tabla, b) esbozar el diagrama del ciclo en los planos VP y ST; calcular: c) el rendimiento r del ciclo y d) el rendimiento r_c de un ciclo de Carnot operando a las temperaturas extremas.



3. Un gas ideal experimenta los cambios politrópicos mostrados en el diagrama.

Escribir el signo correspondiente ($>$, $=$, $<$) entre cada par de relaciones.

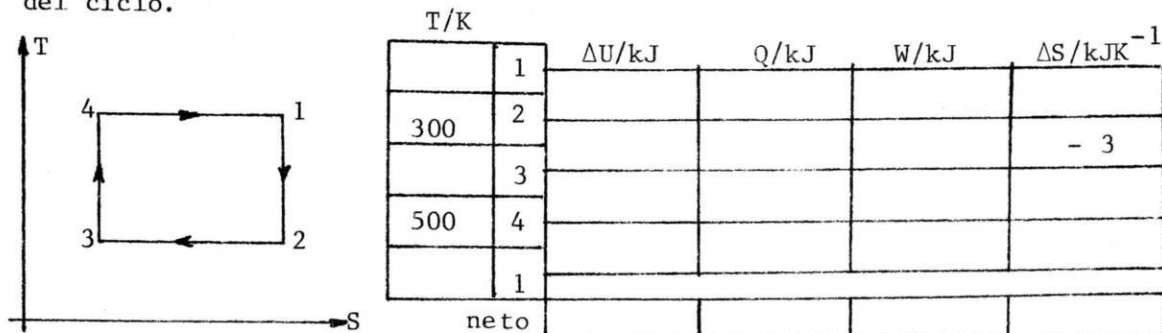


P_3	P_4	$W_{1 \rightarrow 2}$	$Q_{1 \rightarrow 2}$
P_2	P_1	$W_{4 \rightarrow 1}$	0
V_1	V_4	$\Delta S_{1 \rightarrow 2}$	0
V_2	V_4	$Q_{3 \rightarrow 4}$	0
V_3	V_1	$W_{2 \rightarrow 3}$	$Q_{2 \rightarrow 3}$

Aire en kJ/kgK : $R = 0.287$; $C_V = 0.72$

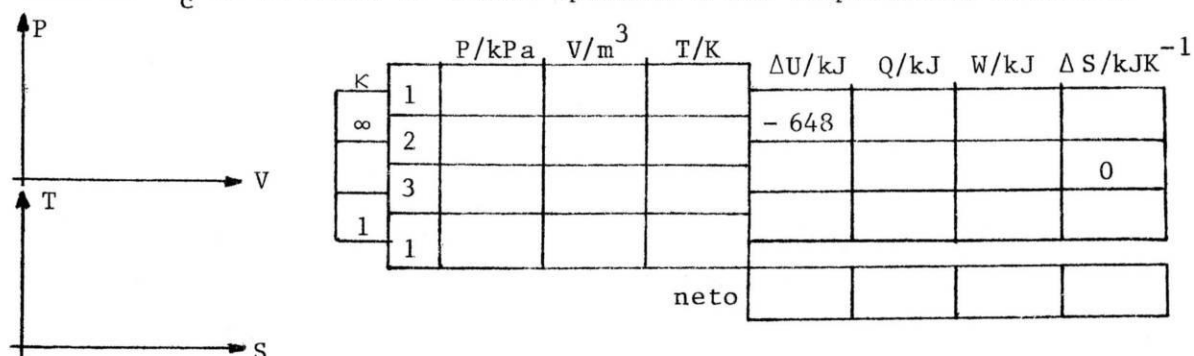
1. 6 kg de aire efectúan el ciclo ilustrado en el plano ST .

a) Llenar los espacios vacíos en la tabla , b) calcular el rendimiento r_c del ciclo.



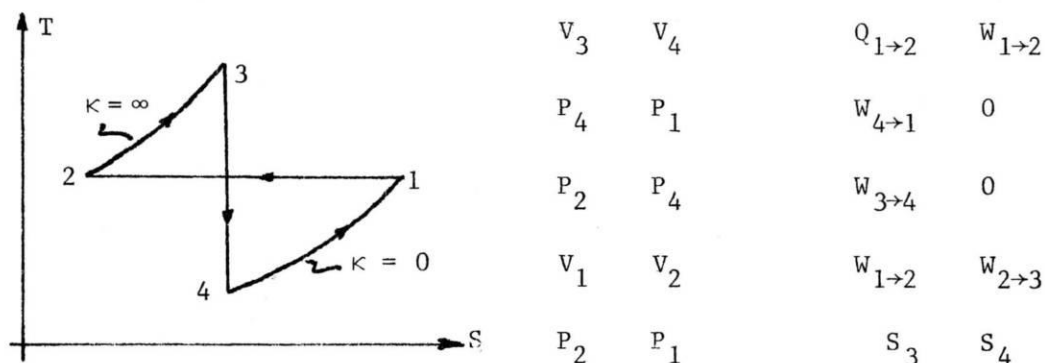
2. 6 kg de aire inicialmente a 450 K y 8 m³ efectúan un ciclo del que solo se conocen las cantidades indicadas en la tabla.

a) Llenar los espacios vacíos en la tabla, b) esbozar el diagrama del ciclo en los planos VP y ST ; calcular: c) el rendimiento r del ciclo y d) el rendimiento r_c de un ciclo de Carnot operando a las temperaturas extremas.



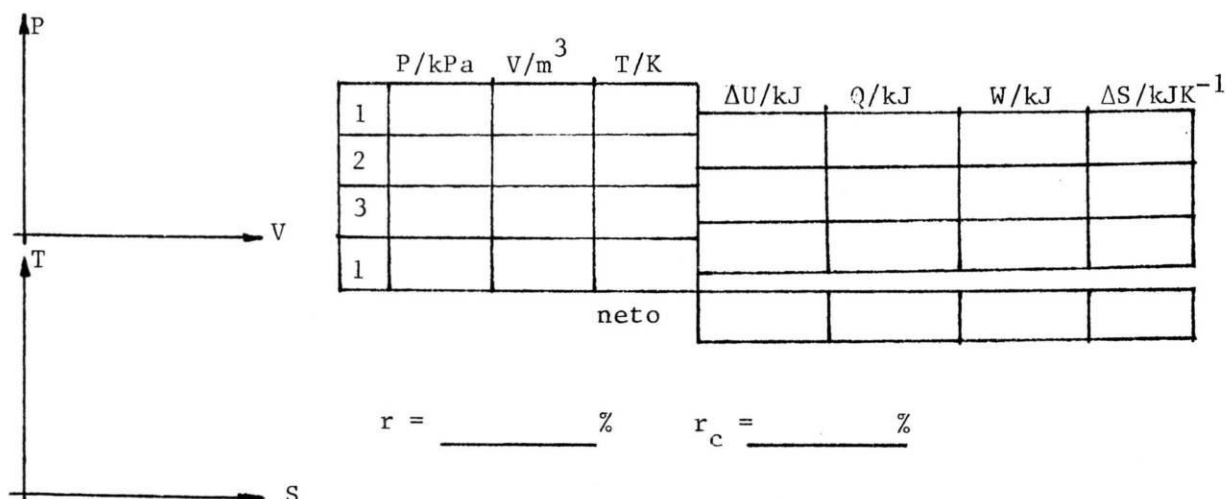
3. Un gas ideal experimenta los cambios politrópicos mostrados en el plano ST.

Indicar para cada par de relaciones a la derecha del diagrama el signo correspondiente ($>$, $=$, $<$) .

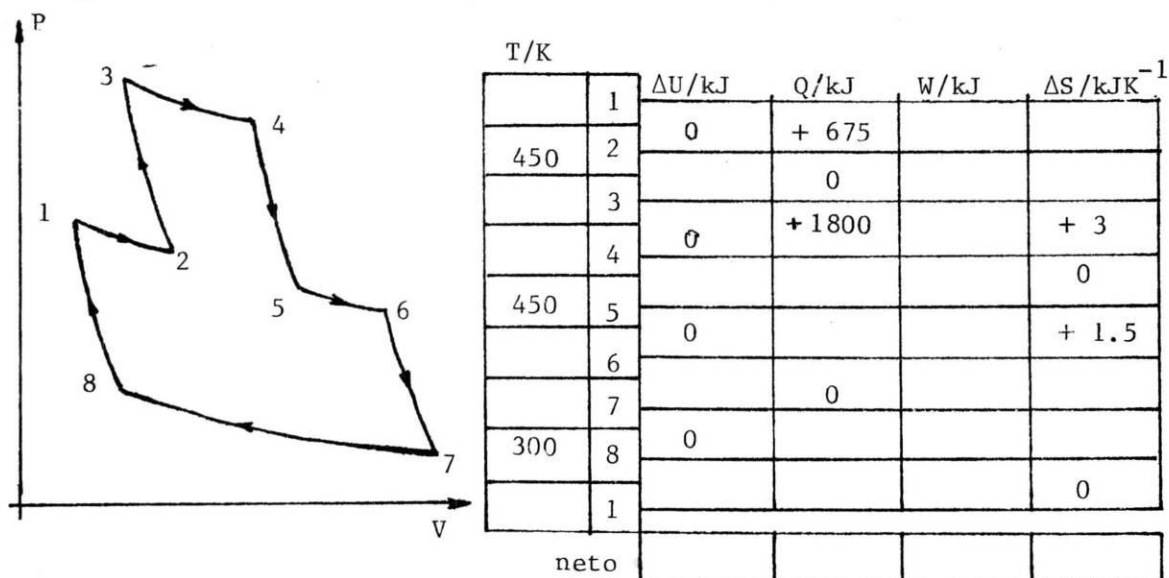


TERMODINÁMICA 2a. EVALUACIÓN PARCIAL 84'I
 Aire en kJ/kgK : $R = 0.237$; $C_V = 0.72$

1. 3 kg de aire inicialmente a 250 kPa y 581 K experimentan los siguientes cambios: en forma isocórica su temperatura aumenta en 100 K; regresan al estado inicial después de un cambio isoentrópico seguido de uno isobárico.
 a) Llenar la tabla, b) esbozar el diagrama del ciclo en los planos VP y ST; calcular: c) el rendimiento r del ciclo y d) el rendimiento r_c de un ciclo de Carnot operando a las temperaturas extremas.



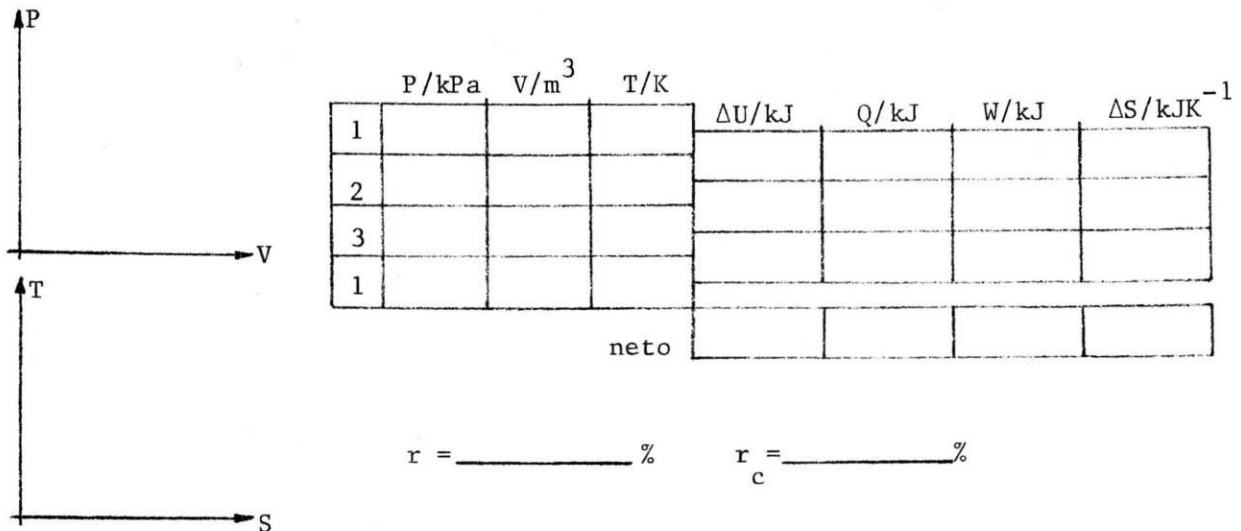
2. 3 kg de aire experimentan el ciclo mostrado en el plano VP.
 a) Esbozar el diagrama del ciclo en el plano ST; calcular: b) las cantidades pedidas en la tabla, c) el rendimiento r del ciclo y d) el rendimiento r_c de un ciclo de Carnot operando a las temperaturas extremas.



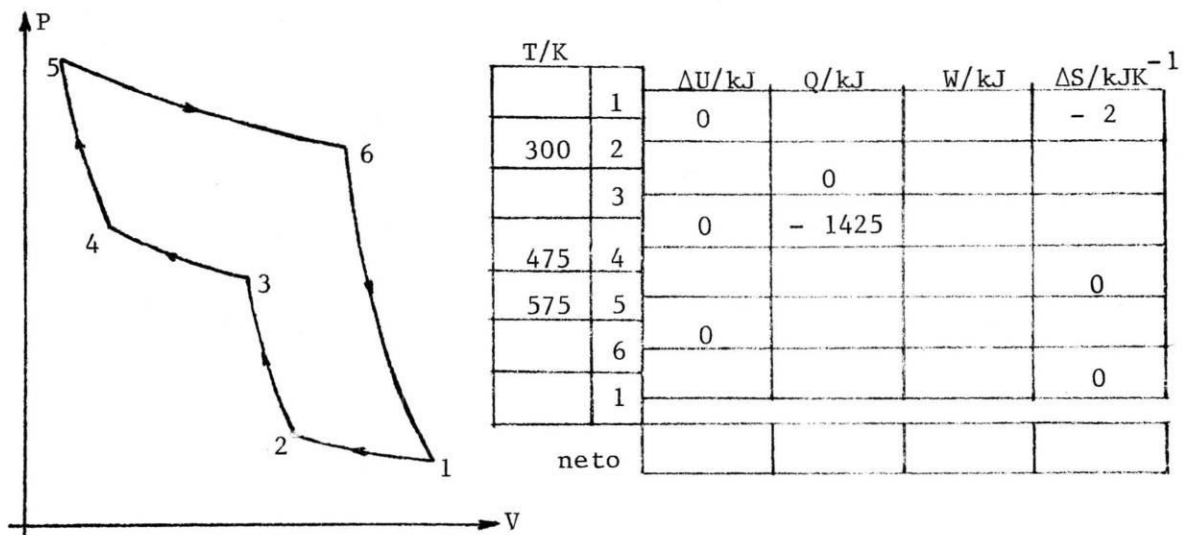
TERMODINÁMICA 2a. EVALUACIÓN PARCIAL 84'I

Oxígeno en kJ/kgK : $R = 0.259$; $C_V = 0.662$

1. 3 kg de oxígeno inicialmente a 600 K y 6.0 m^3 experimentan los siguientes cambios: en forma isobárica disminuye su temperatura en 200 K; regresan al estado inicial después de un cambio isocórico seguido de uno isotérmico. a) Llenar la tabla, b) esbozar el diagrama del ciclo en los planos VP y ST; calcular: c) el rendimiento r del ciclo y d) el rendimiento r_c de un ciclo de Carnot operando a las temperaturas extremas.

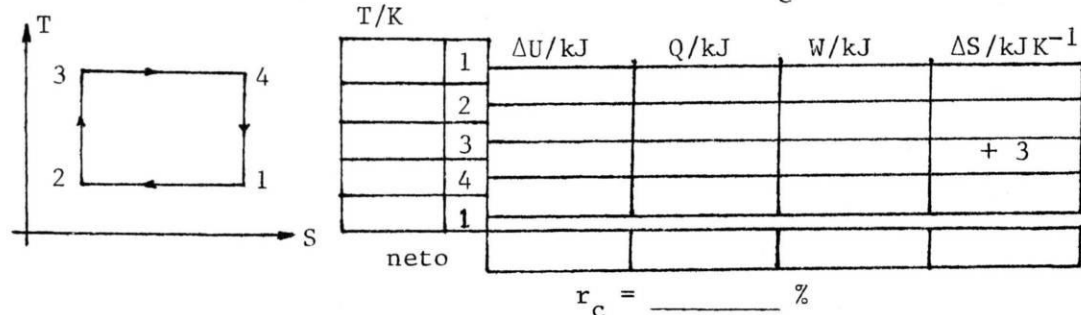


2. 3 kg de oxígeno experimentan el ciclo mostrado en el plano VP. a) Esbozar el diagrama del ciclo en el plano ST; calcular: b) las cantidades pedidas en la tabla, c) el rendimiento r del ciclo y d) el rendimiento r_c de un ciclo de Carnot operando a las temperaturas extremas.



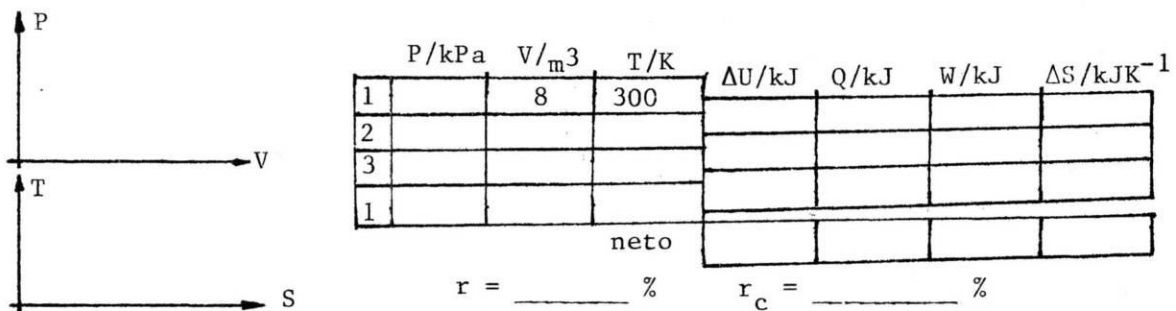
1. 3 kg de helio efectúan el ciclo de Carnot ilustrado en el plano ST, operando entre las temperaturas de 600 K y 360 K.

a) Llenar la tabla, b) calcular el rendimiento r_c del ciclo.

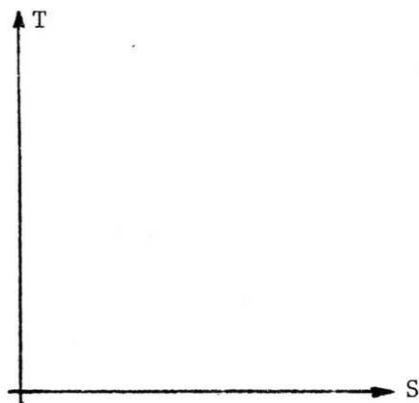


2. 3 kg de helio se ven sujetos a los cambios siguientes: mediante un cambio isotérmico su presión aumenta a 468 kPa; a continuación se expande en forma isobárica; regresa al estado inicial mediante un cambio isocórico.

a) Llenar la tabla, b) esbozar el diagrama del ciclo en los planos VP y ST; calcular: c) el rendimiento r del ciclo y d) el rendimiento r_c de un ciclo de Carnot operando a las temperaturas extremas.



3. Esbozar en el plano ST el ciclo formado por tres procesos politrópicos a los que es sometido un gas ideal, tal que se cumplan las relaciones a la derecha del plano.



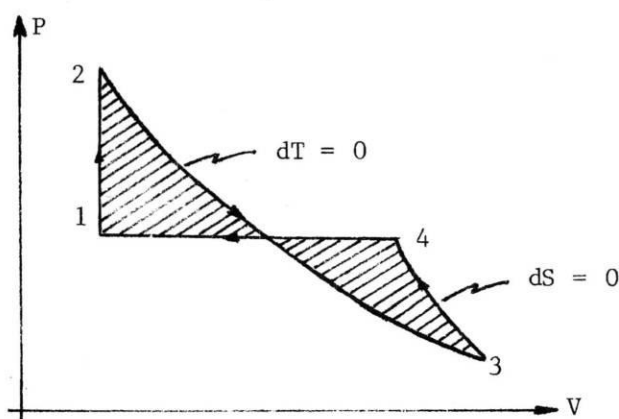
$$\Delta U_{1 \rightarrow 2} = Q_{1 \rightarrow 2}$$

$$P_2 < P_1$$

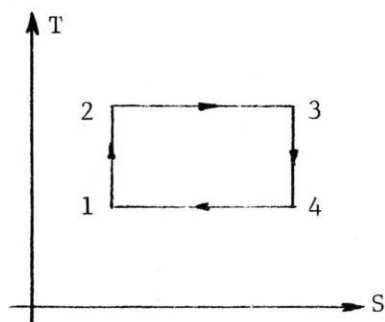
$$\Delta U_{2 \rightarrow 3} = W_{2 \rightarrow 3}$$

$$K_{3 \rightarrow 1} = 0$$

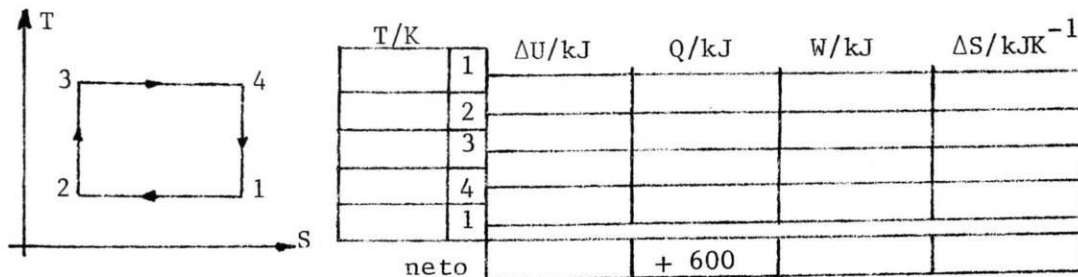
1. Un gas ideal realiza el ciclo reversible mostrado en el plano VP.
- a) Esbozar el diagrama del ciclo en el plano ST, b) determinar las variaciones totales en energía interna y entropía del sistema.
- Considerando que el área sombreada en la figura es igual a 450 kJ; determinar: c) el trabajo y d) el calor netos.
- Sabiendo que el calor absorbido por el sistema es de 1500 kJ; e) calcular el rendimiento r del ciclo.
- Finalmente, si $r_c = 45\%$ y $T_4 = 540$ K; f) calcular la mínima temperatura que alcanza el sistema durante el ciclo.



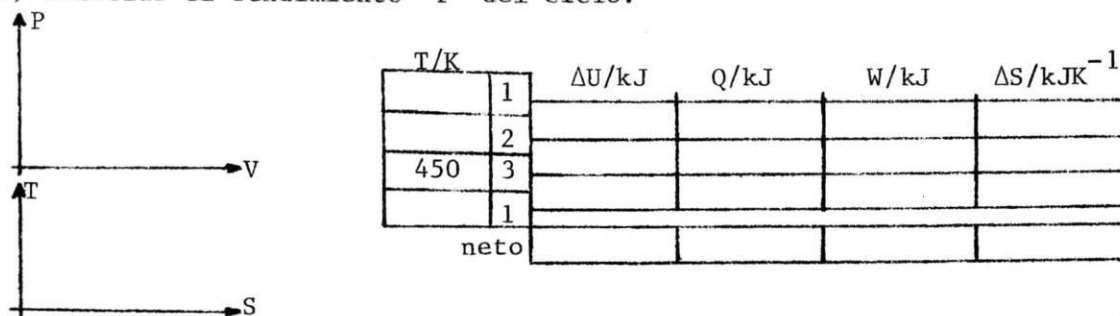
2. Un sistema que consta de 4 kg de aire inicialmente a 27°C realiza el ciclo reversible ilustrado en el plano ST.
- Sabiendo que en la expansión isotérmica el sistema triplica su volumen, determinar: a) la variación en la entropía del sistema debida a la compresión a temperatura constante, b) el calor cedido por el sistema.
- Si debido a la compresión isoentrópica la temperatura del sistema aumenta a 327°C , calcular: c) el calor absorbido por el sistema, d) el trabajo neto realizado por el sistema y e) el rendimiento r_c del ciclo.



1. Un sistema que consta de 3 kg de helio efectúa el ciclo ilustrado en el plano ST.
 Si su energía interna disminuye en 2808 kJ y la compresión isoentrópica se inicia desde un estado cuya temperatura es 450 K ; a) llenar los espacios vacíos en la tabla, b) determinar el rendimiento r_c del ciclo.



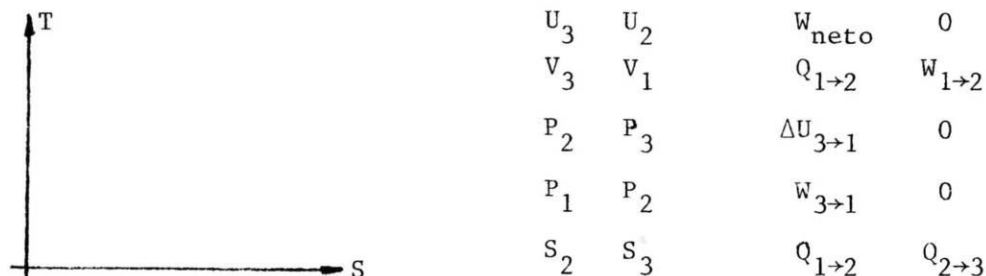
2. 3 kg de helio experimentan los cambios siguientes: mediante un proceso isocórico su temperatura disminuye en 300 K ; regresan al estado inicial después de un cambio isotérmico seguido de uno isobárico.
 a) Llenar la tabla, b) esbozar el diagrama del ciclo en los planos VP y ST ;
 c) calcular el rendimiento r del ciclo.



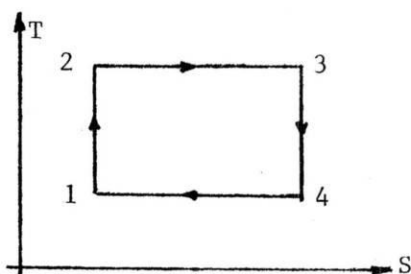
3. Un gas ideal experimenta un ciclo caracterizado por los siguientes cambios:

Cambio	κ	Condiciones
1 → 2	1	$W > 0$
2 → 3	∞	$\Delta U < 0$
3 → 1	C_P/C_V	

- a) Esbozar el diagrama del ciclo en el plano ST, b) escribir el signo correspondiente ($>$, $=$, $<$) para cada par de relaciones a la derecha del diagrama.



1. Un sistema que consta de 2 kg de helio realiza el ciclo mostrado en el plano ST, cediendo 1242 kJ de calor a la temperatura de 414 K. Si el trabajo neto realizado por el sistema es de 1008 kJ; determinar:
 a) las variaciones totales en energía interna y entropía del sistema, b) T_4 , c) $W_{4 \rightarrow 1}$, d) $\Delta S_{1 \rightarrow 2}$.
 Calcular: e) $\Delta S_{2 \rightarrow 3}$, f) $Q_{2 \rightarrow 3}$, g) T_2 , h) $\Delta U_{1 \rightarrow 2}$, i) $W_{3 \rightarrow 4}$, j) el rendimiento r_c del ciclo.



2. 2 kg de helio inicialmente a 750 K experimenta un ciclo caracterizado por los siguientes cambios:

Cambio	Proceso	Características
1 \rightarrow 2	isocórico	disminuye su temperatura en 336 K
2 \rightarrow 3	isoentrópico	aumenta su temperatura en 111 K
3 \rightarrow 1	isobárico	

Esbozar el diagrama del ciclo en los planos:

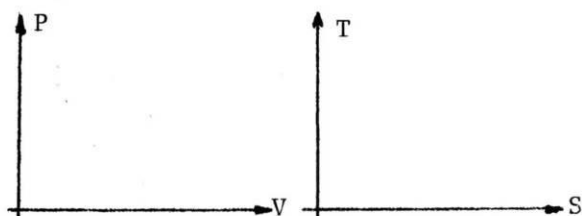
- a) VP, b) ST. Determinar la variación total en : c) energía interna, d) entropía del sistema.

Calcular: e) T_2 , f) T_3 , g) $Q_{1 \rightarrow 2}$, h) $\Delta S_{1 \rightarrow 2}$, i) $\Delta S_{3 \rightarrow 1}$, j) $W_{2 \rightarrow 3}$, k) $\Delta U_{3 \rightarrow 1}$, l) $Q_{3 \rightarrow 1}$, m) W_{neto} , n) el rendimiento del ciclo.

3. Un gas ideal realiza un ciclo constituido por los siguientes cambios:

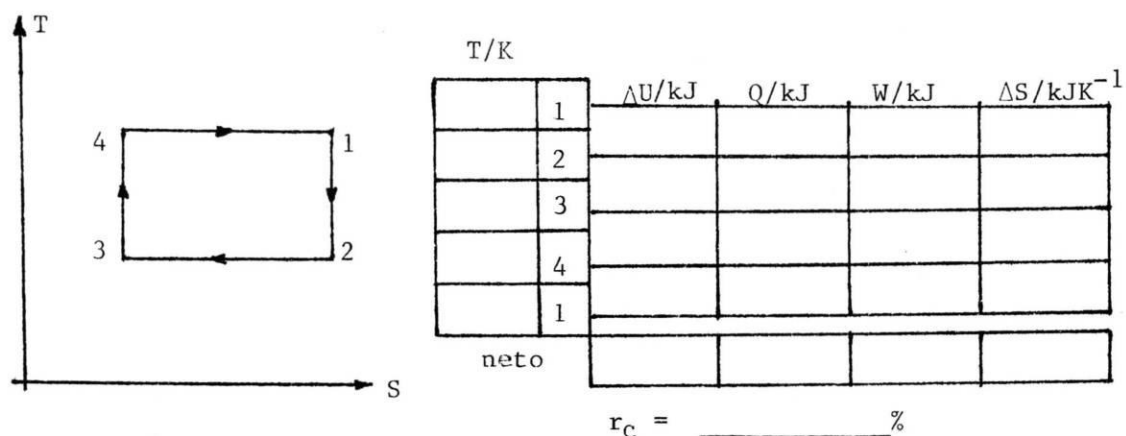
Cambio	κ	Condiciones
1 \rightarrow 2	∞	$\Delta U > 0$
2 \rightarrow 3	C_P/C_V	$W > 0$
3 \rightarrow 1	0	

- a) Esbozar el diagrama del ciclo en los planos VP y ST, b) escribir el signo correspondiente ($>$, $=$, $<$) entre cada par de relaciones a la derecha del diagrama.

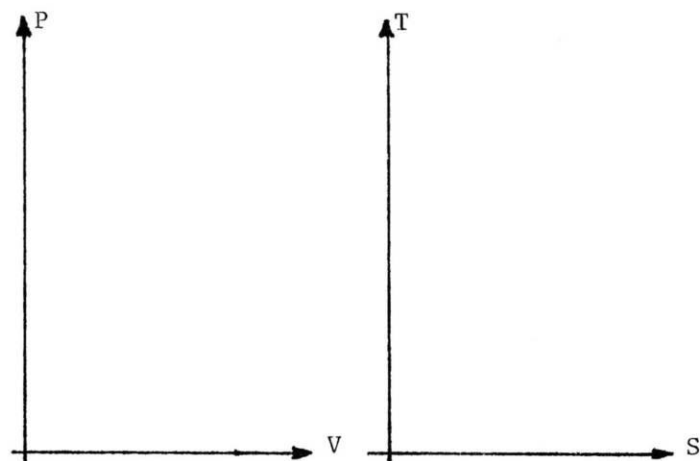


V_1	V_2	$Q_{1 \rightarrow 2}$	0
P_2	P_3	$\Delta U_{1 \rightarrow 2}$	$Q_{1 \rightarrow 2}$
S_2	S_1	Q_{neto}	0
V_3	V_1	$Q_{1 \rightarrow 2}$	$Q_{3 \rightarrow 1}$
U_2	U_3	$W_{3 \rightarrow 1}$	0

1. Un sistema que consta de 2 kg de helio realiza el ciclo mostrado en el plano ST, absorbiendo un calor neto de 900 kJ.
 Si a la temperatura de 450 K la entropía del sistema disminuye en 3 kJ/K;
 a) llenar la tabla, b) calcular el rendimiento r_c del ciclo.



2. Esbozar en los planos VP y ST el ciclo formado por tres procesos politrópicos a los que es sometido un gas ideal, tal que se cumplan las relaciones indicadas a la derecha de los planos.



$$\begin{aligned} \Delta U_{1 \rightarrow 2} &= Q_{1 \rightarrow 2} \\ Q_{1 \rightarrow 2} &< 0 \\ \kappa_{2 \rightarrow 3} &= C_P / C_V \\ W_{2 \rightarrow 3} &< 0 \\ \Delta U_{3 \rightarrow 1} &= 0 \end{aligned}$$

F O R M U L A R I O P A R A

R E S O L V E R 3a. E V A L U A C I Ó N

$$\Delta S = mC_V \ln(T_f/T_i) + mR \ln(V_f/V_i)$$

$$= mC_P \ln(T_f/T_i) - mR \ln(P_f/P_i)$$

$$= mC_V \ln(P_f/P_i) + mC_P \ln(V_f/V_i)$$

1. 4 kg de helio inicialmente a 175 kPa y 200 K experimentan los siguientes cambios:

Pasan del estado 1 al 2 mediante un proceso reversible a presión constante, aumentando su temperatura en 100 K; a continuación por medio de un proceso isentrópico su presión aumenta hasta 200 kPa ; finalmente llega al estado 4 a través de una expansión libre adiabática, aumentando su volumen en 1.84 m^3 .

Calcular las cantidades pedidas en la tabla.

	P/kPa	V/m ³	T/K	$\Delta S/\text{kJK}^{-1}$		
				Sistema	Alrededor.	Universo
1						
2						
3						
4						

2. Un sistema opera en ciclos entre dos almacenes térmicos; absorbiendo una cantidad de calor Q_a del almacén a la temperatura de 400 K, cediendo una cantidad de calor Q_c al almacén a la temperatura de 200 K y realizando un trabajo neto W .

Determinar, en cada uno de los casos propuestos, si el ciclo es posible (reversible o irreversible) o imposible.

a) El sistema absorbe 400 kJ de calor del almacén a temperatura alta y cede 200 kJ de calor al almacén a baja temperatura _____ ,

b) El almacén a temperatura alta cede 600 kJ de calor y el sistema realiza un trabajo neto de 150 kJ _____ ,

c) El sistema realiza un ciclo con un rendimiento de 60% y cede 100 kJ de calor al almacén a temperatura menor _____ .

TERMODINÁMICA 3a. EVALUACIÓN PARCIAL 32'P

Helio en kJ/kgK : $R = 2.08$; $C_V = 3.12$

Metano en kJ/kgK : $C_V = 1.74$; $R = 0.52$

1. 2.5 kg de gas metano se hallan inicialmente a la temperatura de 200 K y ocupan un volumen de 0.30 m^3 . Se quieren llevar hasta una temperatura de 300 K en dos formas distintas:

Forma A: Se ponen en contacto térmico (a volumen constante) con un almacén a 300 K hasta llegar al equilibrio.

Forma B: El gas se comprime isoentrópicamente hasta alcanzar los 300 K de temperatura deseados.

Llenar las tablas.

	P/kPa	V/m ³	T/K
i			
f			

Forma A

	P/kPa	V/m ³	T/K
i			
f			

Forma B

$\Delta S/\text{kJK}^{-1}$	Gas	Alrededores	Universo
Forma A			
Forma B			

2. 2 kg de helio se encuentran inicialmente a 300 K en un recipiente de paredes rígidas y diatérmicas. Se desea elevar su temperatura a 900 K en dos formas distintas:

Forma A: Se ponen en contacto térmico con un almacén cuya temperatura es de 900 K.

Forma B: Se ponen en contacto térmico, primero con un almacén a 500 K y después que han alcanzado el equilibrio térmico, con un almacén a 900 K.

Llenar la tabla.

$\Delta S/\text{kJK}^{-1}$	Sistema	Alrededores	Universo
Forma A			
Forma B			

TERMODINÁMICA 3a. EVALUACIÓN PARCIAL 82'P
 Helio en kJ/kgK : $R = 2.08$; $C_V = 3.12$

1. 3 kg de helio se hallan inicialmente a 300 K.
 Pasan del estado 1 al 2, al ponerlos en contacto térmico (a volumen constante) con un almacén a 600 K hasta que llegan al equilibrio; mediante una expansión libre adiabática, pasan al estado 3 hasta triplicar su volumen; finalmente, en forma isentrópica llegan al estado 4 hasta alcanzar la presión inicial.
 Calcular las cantidades pedidas en la tabla.

$\Delta S / \text{kJK}^{-1}$			
	Sistema	Alrededores	Universo
1			
2			
3			
4			
1→4			

2. Un sistema efectúa un ciclo operando entre dos almacenes a las temperaturas de 600 K y 300 K, absorbiendo 400 kJ de calor del almacén a mayor temperatura. Suponiendo que la energía se conserva, determinar en cada uno de los casos siguientes si el ciclo es posible (reversible o irreversible) o imposible.

- El rendimiento del ciclo es de 15% _____,
- El sistema efectúa un trabajo neto de 350 kJ _____,
- El almacén a menor temperatura absorbe 200 kJ de calor _____.

2893160

Helio en kJ/kgK : $C_V = 3.12$; $C_P = 5.20$

1. Un sistema constituido por 5 kg de helio inicialmente a una temperatura de 400 K es sometido a los siguientes cambios:

Pasa del estado 1 al 2, al ponerlo en contacto térmico (a volumen constante) con un almacén a 700 K hasta alcanzar el equilibrio; a continuación regresa al estado inicial, al ponerlo en contacto térmico (a volumen constante) con otro almacén a la temperatura de 400 K.

Llenar la tabla, indicando en la última columna si el proceso es reversible, irreversible o imposible.

	$\Delta S/\text{kJK}^{-1}$			Tipo de proceso
	Sistema	Alrededores	Universo	
1→2				
2→1				
1→2→1				

2. Un sistema opera en ciclos entre dos almacenes a las temperaturas de 700 K y 300 K.

Si el sistema realiza un trabajo neto de 250 kJ, determinar si el ciclo es reversible, irreversible o imposible en cada uno de los casos siguientes.

Suponer que en todos ellos se conserva la energía.

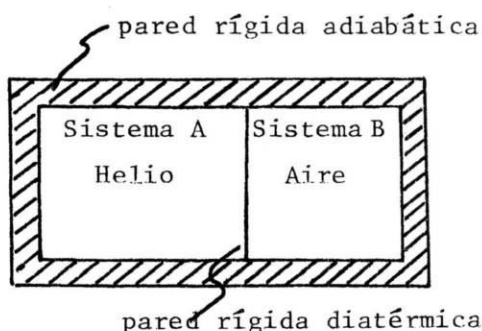
- a) El rendimiento del ciclo es de 25% _____ ,
- b) El sistema absorbe 450 kJ de calor _____ ,
- c) El sistema cede 150 kJ de calor _____ .

Helio : $C_V = 3.12 \text{ kJ/kgK}$; Aire : $C_V = 0.72 \text{ kJ/kgK}$

1. Los sistemas A y B (Figura 1) se ponen en contacto térmico (a volumen constante) hasta que alcanzan el equilibrio.

El sistema A está constituido por 3 kg de helio a la temperatura inicial de 300 K. El sistema B consta de 2 kg de aire a la temperatura inicial de 400 K. Determinar:

a) La temperatura final, T_f común para los dos sistemas, b) la variación en entropía de cada sistema, c) la variación en la entropía del sistema compuesto por A y B, d) la variación en la entropía del universo, e) en base a su respuesta en (d), indicar si el proceso es reversible, irreversible o imposible.



- a) $T_f =$ _____ K
 b) $\Delta S_A =$ _____ kJ/K
 c) $\Delta S_B =$ _____ kJ/K
 d) $\Delta S_{(A+B)} =$ _____ kJ/K
 e) $\Delta S_{univ.} =$ _____ kJ/J
 f) proceso _____ .

2. Un sistema efectúa un ciclo operando entre almacenes térmicos a las temperaturas de 700 K y 315 K. Suponiendo que la energía se conserva, indicar en cada uno de los casos siguientes, si el ciclo es reversible, irreversible o imposible.

a) El sistema absorbe 500 kJ de calor del almacén a temperatura mayor y realiza un ciclo con un rendimiento de 70%

b) El sistema absorbe 180 kJ de calor del almacén a menor temperatura y cede cierta cantidad de calor al almacén a temperatura mayor. El trabajo neto que debe suministrársele al sistema es de 220 kJ

c) El sistema absorbe cierta cantidad de calor del almacén a temperatura mayor, realiza un trabajo neto de 200 kJ y cede 300 kJ de calor al almacén a temperatura baja.

1. Un sistema efectúa un ciclo operando entre dos almacenes térmicos a las temperaturas de 1200K y 720K respectivamente. Considerando que la energía se conserva, llenar la tabla, en cada uno de los casos siguientes, indicando si el ciclo es posible (reversible o irreversible) o imposible.

- a) El sistema opera como una máquina térmica de Carnot y cede 600 kJ de calor al almacén a la temperatura inferior.

Q_a	Q_c	W	$\Delta S (kJ/K)$			$\eta (\%)$	Ciclo
			Sist.	Alm. Super.	Alm. Infer.		

- b) El sistema opera como una máquina térmica y el almacén a la temperatura superior cede 600 kJ de calor.

Q_a	Q_c	W	$\Delta S (kJ/K)$			$\eta (\%)$	Ciclo
			Sist.	Alm. Super.	Alm. Infer.		

- c) El sistema opera como una máquina térmica, cediendo el almacén a la temperatura superior 600 kJ de calor y el almacén a la temperatura inferior absorbe 450 kJ de calor.

Q_a	Q_c	W	$\Delta S (kJ/K)$			$\eta (\%)$	Ciclo
			Sist.	Alm. Super.	Alm. Infer.		

2. Un sistema efectúa un ciclo operando entre dos almacenes térmicos a las temperaturas de 450 K y 300 K.

Suponiendo que la energía se conserva, indicar en cada uno de los casos siguientes, si el ciclo es reversible, irreversible o imposible.

- a) El sistema absorbe 300 kJ de calor del almacén a 450 K y efectúa un trabajo neto de 100 kJ

- b) El sistema absorbe 300 kJ de calor del almacén a 300 K y cede una determinada cantidad de calor al almacén a 450 K: El trabajo neto que debe suministrarse al sistema es de 450 kJ

Helio : $C_v = 3.12 \text{ kJ/kgK}$

1. Se desea variar la temperatura de un sistema constituido por 2 kg de helio desde una temperatura inicial de 450 K hasta una temperatura final de 500 K, lo cual puede lograrse mediante dos formas alternas:

La primera (Figura 1) consiste en poner al sistema en contacto térmico (a volumen constante) con un almacén a la temperatura de 500 K, hasta que ambos llegan al equilibrio. La segunda (Figura 2) consiste en poner al sistema en contacto térmico con otro sistema que consta de 1 kg de helio a la temperatura inicial de 600 K, hasta que ambos alcanzan el equilibrio. Indicar mediante cálculos ¿cuál de las dos formas de variar la temperatura del sistema se desvía más de un proceso reversible?

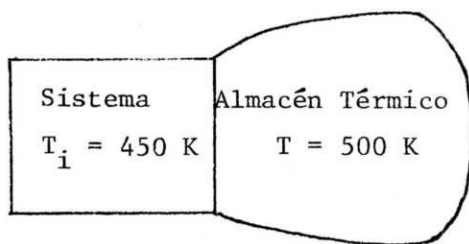


Figura 1

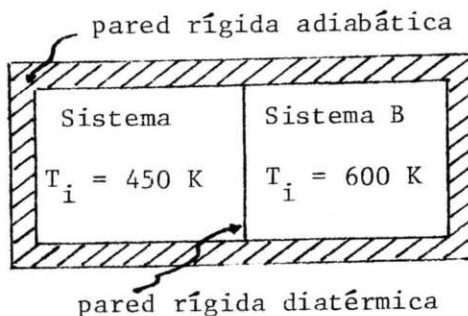


Figura 2

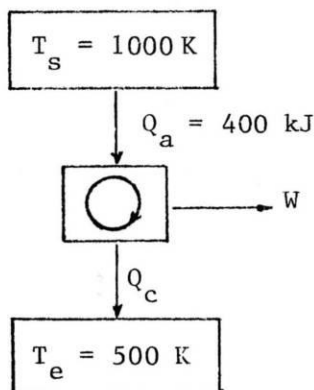
2. En la figura se muestra una máquina térmica que produce un trabajo W .
a) Calcular cuál es la mínima cantidad de calor que puede cederse al almacén inferior.

$$(Q_c)_{\min} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kJ}$$

b) Si la máquina funciona con un rendimiento de 60% y produce el mismo trabajo del inciso anterior, determinar si el proceso es posible (reversible o irreversible) o imposible.

c) Si el calor cedido es de 300 kJ, calcular el rendimiento de la máquina y determinar si el proceso es posible (reversible o irreversible) o imposible.

$$r = \underline{\hspace{2cm}} \%$$



1. Un sistema que consta de 3 kg de helio experimenta sucesivamente los cambios siguientes:

Una compresión isotérmica, aumentando su presión al doble de la presión inicial; una expansión libre adiabática, triplicando su volumen; finalmente, se pone en contacto térmico (a volumen constante) con un almacén cuya temperatura es tres veces mayor que la temperatura inicial del sistema, hasta que ambos llegan al equilibrio.

Llenar la tabla indicando en la última columna si el proceso es reversible o irreversible.

$\Delta S/\text{kJK}^{-1}$			
	Sistema	Alrededores	Universo
1			0
2			
3			
4			
1→4			

2. Una máquina térmica opera entre dos almacenes térmicos a las temperaturas de 600 K y 300 K. Suponiendo que la energía se conserva:

a) Determinar la mínima cantidad de calor que el sistema puede absorber del almacén a 600 K, si se sabe que el calor cedido al almacén a menor temperatura es de 300 kJ

$$(Q_a)_{\min} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kJ}$$

Indicar para cada uno de los casos siguientes, si la máquina opera en forma reversible, irreversible o imposible:

b) El sistema absorbe 500 kJ de calor del almacén a 600 K y realiza un ciclo con un rendimiento de 60%

c) el sistema realiza un trabajo neto de 200 kJ y cede 400 kJ de calor al almacén a temperatura menor

Aire en kJ/kgK : $R = 0.287$; $C_p = 1.004$

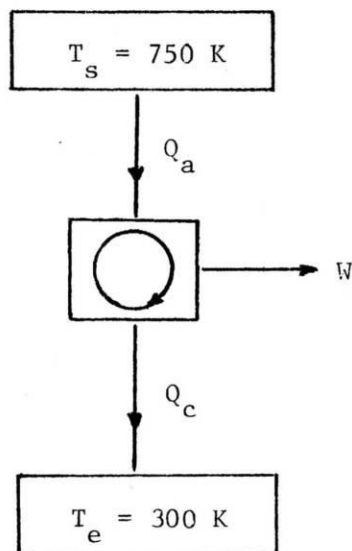
1. Un sistema constituido por 2 kg de aire es sujeto en forma independiente a dos procesos (es decir, cada proceso se realiza por separado estando el sistema en las mismas condiciones iniciales).

El primer proceso consiste en una expansión libre adiabática, hasta que la presión del sistema se reduce a la mitad.

El otro proceso consiste en poner al sistema en contacto térmico (a volumen constante) con un almacén cuya temperatura es tres veces mayor que la temperatura inicial del sistema, hasta que llegan al equilibrio.

a) Determinar para cada proceso las variaciones en entropía del sistema, los alrededores y el universo; b) indicar si los procesos son reversibles o irreversibles; c) ¿en cuál de los dos procesos se produce la mínima variación en la entropía del universo?; d) ¿en cuál se produce la máxima variación en la entropía del sistema?; e) en función de su respuesta en (b), ¿cuál de los dos procesos se aleja más de uno reversible? ¿por qué?

2. Para la máquina térmica ilustrada en la figura:



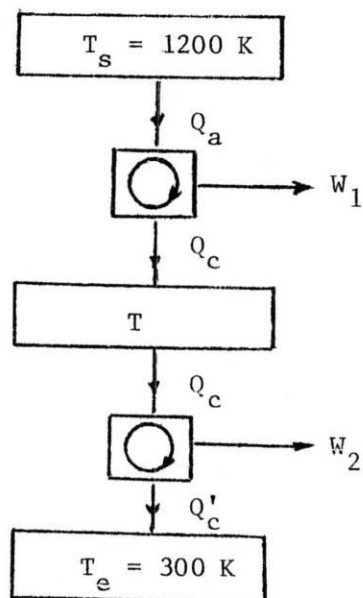
a) Determinar el máximo rendimiento,

b) Determinar el valor del cociente Q_c/Q_a en el caso en que la máquina opere con el máximo rendimiento,

c) Si $Q_c = 200$ kJ y la máquina opera como una de Carnot, determinar el valor de Q_a ,

d) Si $W = 400$ kJ y $Q_a = 1000$ K, indicar, mediante cálculos de entropía si la máquina opera en forma reversible, irreversible o imposible.

1. Un sistema que consta de 1 kg de hidrógeno experimenta los cambios que se describen a continuación:
- 1 → 2 : expansión libre adiabática, triplicando su volumen;
 - 2 → 3 : compresión isobárica reversible, hasta adquirir el volumen inicial;
 - 3 → 4 : el sistema adquiere la temperatura inicial al ponerlo en contacto térmico (a volumen constante) con un almacén, hasta que ambos alcanzan el equilibrio.
- a) Para cada uno de los procesos descritos, determine las variaciones en entropía del sistema, los alrededores y el universo ; b) indique en cada caso si el proceso es reversible, irreversible o imposible ; c) determine la variación total en la entropía del sistema.
2. La figura muestra dos máquinas térmicas de Carnot en serie. La máquina M_1 absorbe el calor Q_a de un almacén a la temperatura T_s y cede el calor Q_c a un almacén a la temperatura T . La máquina M_2 recibe el calor disipado por M_1 y cede el calor Q'_c a un almacén a la temperatura T_e .
- Suponiendo que el rendimiento para ambas máquinas es el mismo, determinar:
- a) La temperatura T del almacén intermedio, b) el rendimiento.
- Si $Q_c = 350$ kJ , determinar Q_a y W_1 .



TERMODINÁMICA 3a. EVALUACIÓN PARCIAL 85'I

Helio en kJ/kgK : $R = 2.08$; $C_p = 5.20$

1. Un sistema que consta de 2 kg de helio, inicialmente a 1040 kPa y 2 m^3 experimenta los cambios que se describen a continuación:

1 → 2 : expansión isobárica, duplicando su volumen;

2 → 3 : el sistema adquiere la temperatura inicial al ponerlo en contacto térmico (a volumen constante) con un almacén, hasta que ambos llegan al equilibrio;

3 → 4 : expansión libre adiabática, duplicando su volumen.

Llenar la tabla indicando en la última columna si el proceso es reversible o irreversible.

	T/K	V/m ³	$\Delta S/\text{kJK}^{-1}$			Tipo de Proceso
			Sistema	Alrededor.	Universo	
1					0	
2						
3						
4						
1 → 4						

2. Un sistema que consta de 2 kg de helio, inicialmente a 624 kPa y 2 m^3 experimenta los cambios que se describen a continuación:

1 → 2 : expansión libre adiabática, triplicando su volumen;

2 → 3 : el sistema se pone en contacto térmico (a volumen constante) con un almacén cuya temperatura es el triple del valor de la temperatura inicial del sistema, hasta que ambos llegan al equilibrio;

3 → 4 : el sistema adquiere el volumen inicial al efectuarse un cambio isotérmico.

Llenar la tabla indicando en la última columna si el proceso es reversible o irreversible.

	T/K	V/m ³	$\Delta S/\text{kJK}^{-1}$			Tipo de Proceso
			Sistema	Alrededor.	Universo	
1						
2						
3					0	
4						
1 → 4						

Helio en kJ/kgK : $R = 2.08$; $C_V = 3.12$

1. Los sistemas A y B constituídos por helio e ilustrados en la figura intercambian calor, hasta llegar al equilibrio.

a) Indicar si el proceso de intercambio de calor es reversible o irreversible.

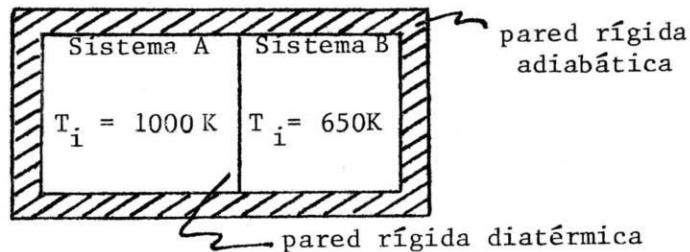
Una vez que los sistemas A y B han llegado al equilibrio, considere que el sistema compuesto (A + B) se pone en contacto térmico (a volumen constante) con un almacén a la temperatura de 1250 K hasta que (A + B) y el almacén térmico alcanzan el equilibrio.

b) Indicar si este segundo proceso es reversible o irreversible.

c) Calcular la variación total en la entropía del universo debida a los dos procesos.

$$m_A = 3 \text{ kg}$$

$$m_B = 2 \text{ kg}$$



2. Un sistema realiza un ciclo para lo cual interactúa con dos almacenes térmicos a las temperaturas de 800 K y 650 K.

Si el sistema absorbe una determinada cantidad de calor del almacén a menor temperatura y cede 350 kJ de calor al almacén a 800 K, será necesario realizar un trabajo neto sobre el sistema.

Suponiendo que la energía se conserva, indicar en cada uno de los casos siguientes, si el ciclo es reversible, irreversible o imposible:

a) El sistema absorbe 769 kJ de calor

b) El trabajo neto que se suministra al sistema es de 120 kJ

c) El almacén a menor temperatura cede 285 kJ de calor al sistema

1. Un sistema que consta de 3 kg de aire inicialmente a 172.2 kPa y 600 K, duplica su volumen debido a una expansión libre adiabática.
a) Determinar la variación en la entropía del universo debida a este cambio,
b) Indicar si el cambio es reversible o irreversible.

Considere ahora que, estando el sistema en el estado final que alcanzó en el cambio anterior; se pone en contacto térmico (a volumen constante) con un almacén, hasta que ambos llegan al equilibrio.

Suponiendo que en este segundo proceso la variación en la entropía del sistema es igual a la correspondiente variación en la entropía del universo debida al primer proceso descrito; determinar: c) la temperatura del almacén térmico, d) la presión que alcanza el sistema cuando llega al equilibrio, e) la variación en la entropía de los alrededores, f) la variación en la entropía del universo.

Finalmente, determinar para los dos procesos en conjunto: g) la variación total en la entropía de los alrededores y h) la variación total en la entropía del universo.

2. Un sistema que consta de 3 kg de aire inicialmente a 172.2 kPa y 3 m^3 , aumenta su temperatura en 200 K debido a una compresión isoentrópica. Determinar las variaciones en entropía: a) del sistema, b) los alrededores, c) del universo.

Considere ahora que, estando el sistema en el estado final que alcanzó en el cambio anterior; experimenta una expansión libre adiabática. Si en este segundo proceso la variación en la entropía del universo es igual a 0.34 kJ/K; determinar: d) el volumen final, e) la presión final y f) la variación en entropía del sistema.

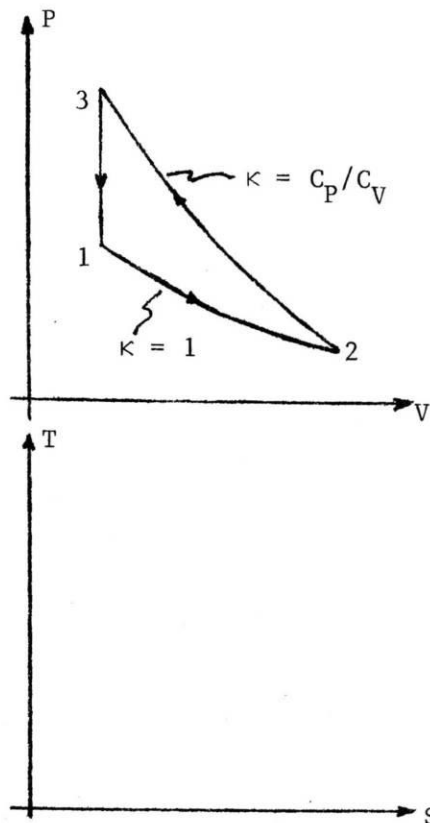
Finalmente, determinar para los dos procesos en conjunto las variaciones totales en entropía: g) del sistema, h) los alrededores, i) del universo.

F O R M U L A R I O P A R A
R E S O L V E R E V A L U A C I Ó N G L O B A L

$$\begin{aligned}\Delta S &= mC_V \ln(T_f/T_i) + mR \ln(V_f/V_i) \\ &= mC_P \ln(T_f/T_i) - mR \ln(P_f/P_i) \\ &= mC_V \ln(P_f/P_i) + mC_P \ln(V_f/V_i)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}W &= -mC_V \Delta T \quad (\text{isoentrópico}) \\ &= T \Delta S \quad (\text{isotérmico}) \\ &= mR \Delta T \quad (\text{isobárico})\end{aligned}$$

1. Un gas ideal experimenta los cambios politrópicos ilustrados en el plano VP . a) Ilustrar el ciclo en el plano ST ,



b) Escribir el signo correspondiente ($>$, $=$, $<$) entre cada par de variables:

T_1	T_3	P_1	P_2	V_1	V_3	S_1	S_2
T_2	T_1	P_3	P_1	V_2	V_1	S_3	S_1
T_3	T_2	P_2	P_3	V_3	V_2	S_2	S_3

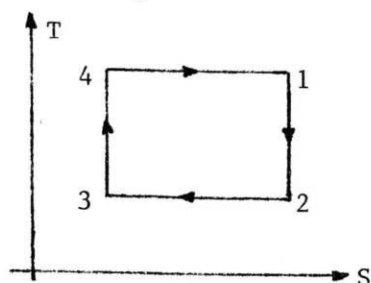
c) Marcar con una "X" las relaciones correctas:

$\Delta U_{1 \rightarrow 2} > W_{1 \rightarrow 2}$	<input type="checkbox"/>	$Q_{3 \rightarrow 1} < 0$	<input type="checkbox"/>
$\Delta U_{2 \rightarrow 3} > 0$	<input type="checkbox"/>	$Q_{\text{neto}} < 0$	<input type="checkbox"/>
$W_{1 \rightarrow 2} > 0$	<input type="checkbox"/>	$\Delta S_{2 \rightarrow 3} > 0$	<input type="checkbox"/>

2. Un gas ideal efectúa los siguientes cambios: adiabáticamente pasa del estado 1 al 2 , realizando los alrededores sobre el sistema un trabajo de 300 kJ ; llega al estado 3, absorbiendo 500 kJ de calor sin variar su temperatura. Llenar la tabla.

	$\Delta U/\text{kJ}$	Q/kJ	W/kJ
1			
2			
3			
1→3			

3. Un sistema que consta de 2 kg de helio inicialmente a la temperatura de 500 K, efectúa el ciclo de Carnot ilustrado en el plano ST. Sabiendo que los calores absorbido y cedido por el sistema durante el ciclo son 500 kJ y 300 kJ respectivamente: a) Llenar la tabla, b) calcular el rendimiento r_c del ciclo.



	T/K	$\Delta U/\text{kJ}$	Q/kJ	W/kJ	$\Delta S/\text{kJK}^{-1}$
1					
2					
3					
4					
1					
neto					

4. Para el ciclo descrito en el problema 1, considere que el gas es helio ($m = 2 \text{ kg}$) inicialmente a 312 kPa y 4 m^3 . Llenar los espacios vacíos en la tabla.

	P/kPa	V/ m^3	T/K	$\Delta U/\text{kJ}$	Q/kJ	W/kJ	$\Delta S/\text{kJK}^{-1}$
1							
2		8					
3							
1							
neto							

5. Un sistema que consta de 2 kg de helio, inicialmente a la temperatura de 600 K efectúa los siguientes cambios: Mediante un proceso isocórico, su temperatura se triplica; a continuación, se pone en contacto térmico (a volumen constante) con un almacén cuya temperatura coincide con la temperatura inicial del sistema hasta que ambos alcanzan equilibrio; finalmente, mediante una expansión libre adiabática el volumen del sistema se duplica. Llenar la tabla indicando en la última columna si el proceso es reversible o irreversible.

T/K		$\Delta S/\text{kJK}^{-1}$			Tipo de Proceso
		Sistema	Alrededor	Universo	
	1				reversible
	2				
	3				
	4				
1→4					

3. Un sistema que consta de 3 kg de helio inicialmente a 900 kPa y 600 K efectúa los siguientes cambios: Mediante una expansión libre adiabática, su volumen se triplica; mediante un proceso isocórico reversible su presión aumenta en 600 kPa; finalmente, en forma isobárica regresa al estado inicial.
- a) Llenar los espacios vacíos en la tabla, b) indicar si el ciclo es reversible o irreversible

	P/kPa	V/m ³	T/K	$\Delta S/\text{kJK}^{-1}$			Tipo de Proceso
				Sistema	Alreded.	Universo	
1							
2							
3						0	
1							
1→1							

4. Un sistema efectúa un ciclo operando entre dos almacenes térmicos. Considerando que la energía se conserva; indicar mediante cálculos de entropía, en cada uno de los casos siguientes, si el ciclo es reversible, irreversible o imposible.

a) El sistema absorbe 100 kJ de calor de un almacén a 600 K, realiza un trabajo neto de 25 kJ y cede una determinada cantidad de calor al almacén a 300 K

b) El sistema absorbe 100 kJ de calor del almacén a 600 K, realiza un trabajo neto W y cede 30 kJ de calor al almacén a 300 K

c) El sistema absorbe 100 kJ de calor del almacén a 300 K y cede una determinada cantidad de calor al almacén a 600 K. El trabajo neto que debe suministrársele al sistema en el ciclo es de 100 kJ

Helio en kJ/kgK : $R = 2.08$: $C_p = 5.20$

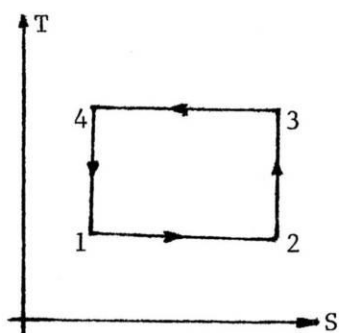
1. Un gas ideal ($C_v = 30$ kJ/K) efectúa los siguientes cambios: a volumen constante pasa del estado 1 al 2, cediendo 500 kJ de calor; en forma isobárica pasa del 2 al 3; mediante un cambio isoentrópico pasa del 3 al 4, realizándose un trabajo de 400 kJ sobre el gas.

Sabiendo que la energía interna en los estados 1 y 4 es igual, y el calor total cedido por el gas es de 200 kJ, llenar la tabla.

T/K		ΔU /kJ	Q/kJ	W/kJ
	1			
400	2			
	3			
	4			
total				

2. Un sistema constituido por 3 kg de helio, efectúa un ciclo de Carnot operando entre las temperaturas de 350 K y 500 K.

Sabiendo que el trabajo realizado sobre el sistema en la compresión isotérmica es de 1500 kJ, llenar la tabla.



T/K		ΔU /kJ	Q/kJ	W/kJ	ΔS /kJK ⁻¹
	1				
	2				
	3				
	4				
	1				
neto					

3. Un sistema que consta de 3 kg de helio, inicialmente a 624 kPa y 600 K, se ve sujeto a los cambios siguientes: en forma isocórica su temperatura disminuye en 250 K; a continuación llega al estado 3 en forma isoentrópica; finalmente, regresa al estado inicial al efectuarse un cambio isobárico.
- a) Llenar la tabla, b) esbozar el diagrama del ciclo en los planos VP y ST; calcular: c) el rendimiento r del ciclo y d) el rendimiento r_c de un ciclo de Carnot operando a las temperaturas extremas.

	P/kPa	V/m ³	T/K	$\Delta U/\text{kJ}$	Q/kJ	W/kJ	$\Delta S/\text{kJK}^{-1}$
1							
2							
3							
1							
neto							

4. Un sistema que consta de 3 kg de helio se ve sujeto a los siguientes cambios:

- 1 \rightarrow 2 : expansión isobárica, hasta que la temperatura se duplica;
 2 \rightarrow 3 : expansión libre adiabática, hasta que $V_3 = 1.5 V_2$;
 3 \rightarrow 4 : compresión isoentrópica, hasta obtener el volumen inicial.

Llenar la tabla.

	$\Delta S/\text{kJK}^{-1}$		
	Sistema	Alrededores	Universo
1			0
2			
3			
4			
1 \rightarrow 4			

5. Un sistema efectúa un ciclo operado entre dos almacenes térmicos a las temperaturas de 700 K y 350 K. Suponiendo que la energía se conserva, determinar mediante cálculos de entropía, en cada uno de los casos siguientes, si el ciclo es reversible, irreversible o imposible.

a) El sistema absorbe 350 kJ del almacén a temperatura menor y cede una determinada cantidad de calor al almacén a temperatura mayor. El trabajo neto que debe suministrársele al sistema es de 600 kJ.

b) El sistema realiza un ciclo con un rendimiento de 50% y cede 300 kJ de calor al almacén a temperatura menor

c) el sistema realiza un trabajo neto de 500 kJ y cede 250 kJ de calor al almacén a temperatura menor

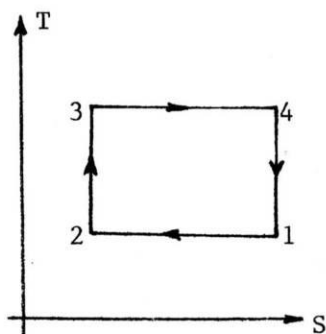
Argón en kJ/kgK : $C_V = 0.312$; $C_P = 0.520$

1. Un sistema que consta de 2 kg de argón efectúa el siguiente ciclo: Se comprime isoentrópicamente mediante un trabajo de 500 kJ; isocóricamente se eleva su temperatura en 800 K; se expande en forma isotérmica, efectuando un trabajo de 900 kJ; finalmente, regresa al estado inicial isocóricamente. Llenar la tabla.

T/K		$\Delta U/\text{kJ}$	Q/kJ	W/kJ
	1			
1000	2			
	3			
	4			
	1			
neto				

2. Un sistema que consta de 3 kg de argón efectúa un ciclo de Carnot, realizándose sobre el sistema un trabajo isoentrópico de 234 kJ.

a) Llenar los espacios vacíos en la tabla, b) determinar el rendimiento r_c del ciclo.



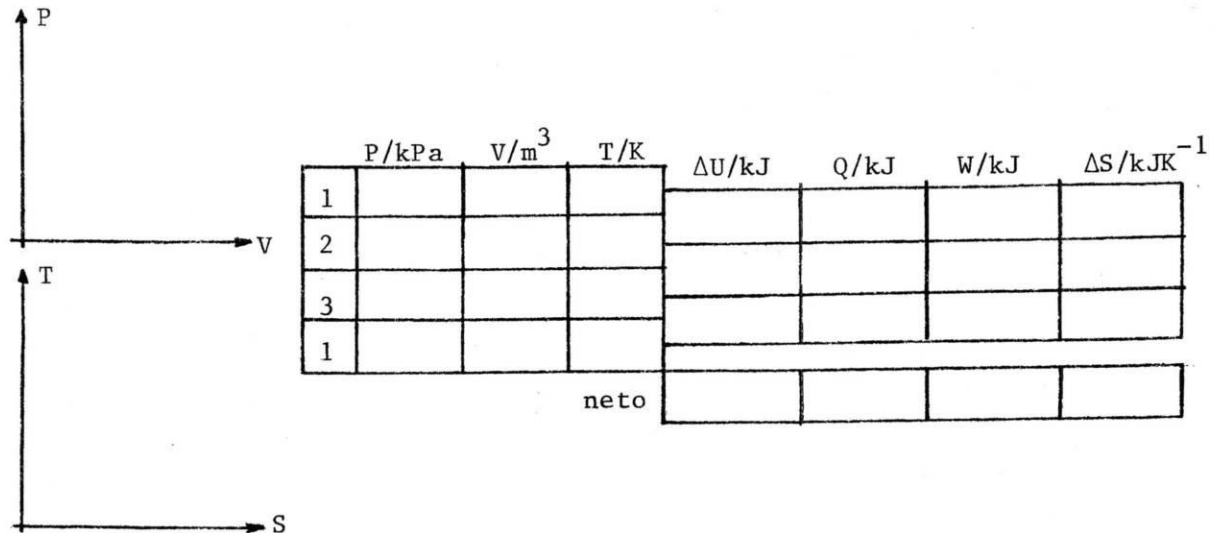
T/K		$\Delta U/\text{kJ}$	Q/kJ	W/kJ	$\Delta S/\text{kJK}^{-1}$
	1				- 3
	2				
600	3				
	4				
	1				
neto					

3. Una máquina térmica que opera sobre el ciclo de Carnot, absorbe 800 kJ de calor de un almacén a 327°C , realiza un trabajo neto W y cede una determinada cantidad de calor a un almacén a 27°C .

a) Calcular el rendimiento del ciclo, b) el trabajo neto, c) el calor cedido al almacén a baja temperatura, d) determinar, mediante cálculos de entropía si el ciclo es posible reversible, posible irreversible o imposible.

4. Un sistema que consta de 3 kg de argón, inicialmente a 300 kPa y 700 K, experimenta los cambios siguientes: en forma isotérmica su presión se reduce en 200 kPa, regresa al estado inicial después de un cambio isobárico seguido de uno isoentrópico.

a) Llenar la tabla, b) esbozar el diagrama del ciclo en los planos VP y ST, c) calcular el rendimiento r del ciclo.



5. Una máquina térmica que opera sobre el ciclo de Carnot con un rendimiento de 45%, recibe calor de un almacén a 600 K y cede una energía de 300 kJ al almacén a menor temperatura.

Calcular: a) el trabajo neto, b) el calor absorbido del almacén a mayor temperatura. c) Determinar, mediante cálculos de entropía, si el ciclo es posible reversible, posible irreversible o imposible.

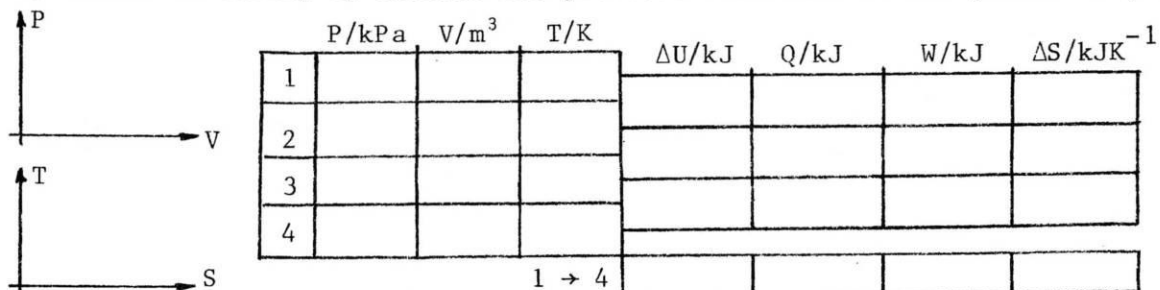
Para el gas considerado, en kJ/kgK : $R = 0.3$: $C_V = 0.6$

1. Completar las aseveraciones mostradas a la derecha con la palabra correspondiente de la columna a la izquierda

Positivo	a) En una compresión isoentrópica la temperatura del sistema _____.
Volumen	
Trabajo	b) El trabajo en un proceso isocórico es igual a _____.
Cero	
Disminuye	c) El cambio en energía interna es igual al calor absorbido o cedido por el sistema durante un proceso _____.
Reversible	
Más	
Negativo	d) En un proceso posible reversible, la entropía del universo es _____.
Menos	
Entropía	e) El cambio neto de una variable de estado en un proceso cíclico irreversible es _____.
Calor	
Aumenta	f) Una máquina térmica de Carnot cede _____ calor al almacén frío que otra máquina irreversible operando entre las mismas temperaturas extremas, si ambas absorben la misma cantidad de calor del almacén caliente.
Isobárico	
Energía Interna	
Isotérmico	
Temperatura	g) El área bajo la curva en un diagrama ST representa al _____, mientras que en un diagrama VP el área bajo la curva representa al _____.
Isocórico	
Irreversible	
Presión	
Isoentrópico	h) Para que en un proceso donde la entropía del sistema disminuye sea posible irreversible, el cambio en la entropía de los alrededores debe ser _____ y _____ que el del sistema.
Mayor	
Constante	

2. Una masa de 5 kg de un gas que inicialmente ocupa un volumen de 3 m^3 a la presión de 150 kPa, experimenta los siguientes cambios: una expansión isotérmica hasta duplicar su volumen; luego, aumenta su presión en forma isocórica, hasta que la temperatura se triplica; finalmente, mediante una expansión isentrópica alcanza la presión inicial.

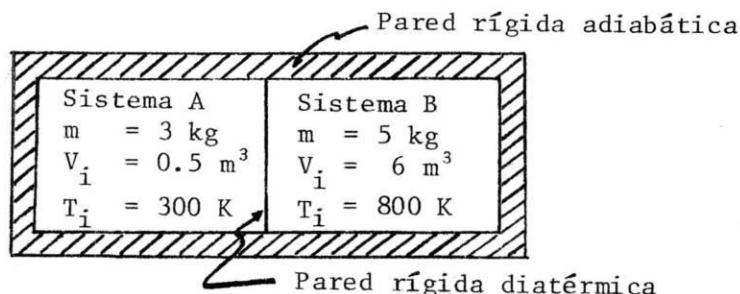
a) Llenar la tabla, b) esbozar los procesos descritos en los planos VP y ST.



3. (i) Los sistemas A y B constituidos por el mismo gas e ilustrados en la figura, se ponen en contacto térmico (a volumen constante) hasta que alcanzan el equilibrio. Determinar: a) la temperatura final de equilibrio común a ambos sistemas, b) la presión final de cada gas, c) la variación en la entropía del universo.

(ii) Considere ahora que se permite la expansión libre adiabática del gas que alcanzó la mayor presión en (i) hasta que su presión se iguala a la presión final que adquirió el otro gas. d) Indicar ¿cuál es el gas que se expande? Determinar: e) el volumen final del gas que se expandió libremente, f) la variación en la entropía del universo.

Finalmente, considerando a los dos procesos (i) e (ii) en conjunto, indique si este proceso en conjunto es reversible o irreversible.



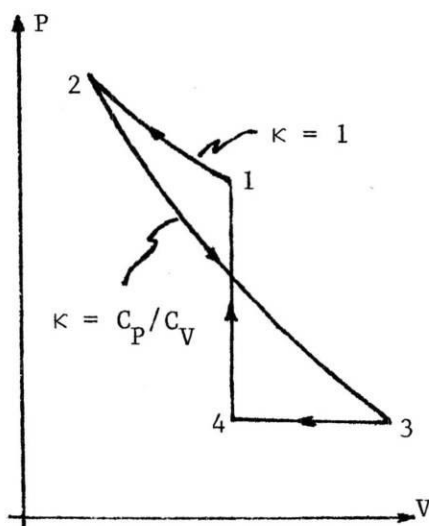
4. Un sistema efectúa un ciclo operando entre dos almacenes térmicos a las temperaturas de 800 K y 400 K. Suponiendo que la energía se conserva, determinar en cada uno de los casos siguientes (mediante cálculos de entropía), si el ciclo es reversible, irreversible o imposible.

a) El sistema realiza un ciclo con un rendimiento de 60% y cede 350 kJ de calor al almacén a menor temperatura.

b) El sistema absorbe una determinada cantidad de calor del almacén a menor temperatura y cede 1000 kJ de calor al almacén a temperatura alta. El trabajo neto que debe suministrársele al sistema es de 550 kJ

c) El sistema absorbe 500 kJ de calor del almacén a mayor temperatura y realiza un trabajo neto de 250 kJ

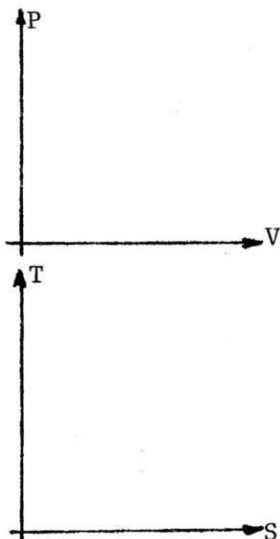
1. Un gas ideal es sujeto al ciclo mostrado en el plano VP. Responder a las preguntas siguientes, justificando en cada caso la respuesta.



- i) ¿En qué estado el sistema alcanza:
 a) la mínima temperatura, b) la máxima presión, c) el mínimo volumen, d) la máxima temperatura?
- ii) ¿En qué proceso:
 e) el sistema no absorbe ni cede calor, f) no hay interacción mecánica del sistema con los alrededores, g) el calor cedido por el sistema es igual al trabajo realizado sobre él, h) la energía interna permanece constante, j) la presión del sistema no cambia, k) el trabajo es positivo?
- iii) ¿En qué proceso el sistema absorbe calor?
- iv) ¿Qué signo tienen Q y W netos?

2. Un sistema que consta de 4 kg de aire efectúa un ciclo del que solo se conocen las cantidades indicadas en la tabla.

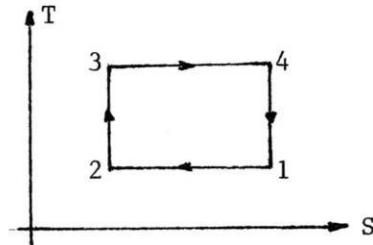
a) Llenar los espacios vacíos en la tabla, b) esbozar el diagrama del ciclo en los planos VP y ST, c) calcular el rendimiento r del ciclo.



	P/kPa	V/m ³	T/K	ΔU /kJ	Q/kJ	W/kJ	ΔS /kJK ⁻¹
1	75			0			
2		3					
3		5.5					
1						0	
neto							

$$\kappa_{2 \rightarrow 3} = 0$$

3. Un sistema que consta de 4 kg de aire inicialmente a 127°C , experimenta el ciclo ilustrado en el plano ST con un rendimiento de 60%. Sabiendo que en la expansión isotérmica su volumen se triplica, determinar: a) la temperatura máxima alcanzada por el sistema, b) la variación en la entropía del sistema en la compresión isotérmica, c) el calor neto, d) el trabajo realizado por el sistema en la expansión isotérmica, e) la variación en la energía interna debida a la compresión isoentrópica.

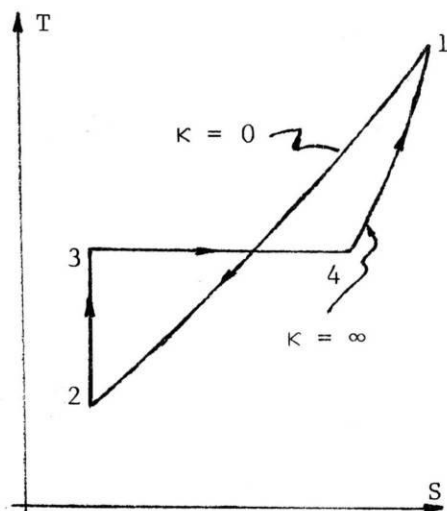


4. Completar las aseveraciones mostradas con la palabra correspondiente de la columna de la izquierda.

- | | |
|------------|--|
| imposible | a) Un proceso _____ es aquel en el que la entropía del universo disminuye. |
| Positivo | b) Si en un proceso posible irreversible la entropía del sistema aumenta, el cambio en la entropía de los alrededores debe ser _____ y _____ que el del sistema. |
| cero | c) Debido a un proceso espontáneo, la entropía del universo _____. |
| disminuye | d) En una compresión isoentrópica, la entropía del universo es _____. |
| reversible | e) El rendimiento de una máquina térmica de Carnot es _____ al rendimiento de otra máquina reversible operando entre los mismos límites de temperatura. |
| negativo | |
| entropía | |
| aumente | |
| mayor | |
| igual | |
| constante | |
| menor | |

5. Un sistema que consta de 1 kg de aire inicialmente a 25°C y 0.1 MPa, es comprimido en forma adiabática hasta llegar a 100°C y 1.0 MPa. Considerando que la entropía de los alrededores permanece constante, a) determinar mediante cálculos si este proceso de compresión es o no posible. En caso de que no sea posible, b) determinar la presión final que el sistema deberá alcanzar para que el proceso sea posible reversible. Suponga las mismas condiciones iniciales y la misma temperatura final para el sistema.

1. Un gas ideal es sujeto al ciclo mostrado en el plano ST. Responder a las preguntas siguientes, justificando en cada caso su respuesta.

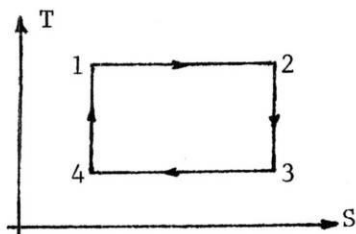


- i) ¿En qué estado el sistema alcanza:
 a) la mínima presión, b) el máximo volumen,
 c) la mínima energía interna, d) la máxima entropía?
- ii) ¿En qué proceso:
 e) los alrededores realizan trabajo sobre el sistema, f) la energía interna permanece constante, g) no hay interacción mecánica del sistema con los alrededores, h) el sistema realiza trabajo sobre los alrededores, j) la entropía permanece constante?
- iii) ¿En qué procesos la energía interna del sistema aumenta?
- iv) ¿Qué signo tiene el trabajo neto?

2. Un sistema que consta de 2 kg de helio efectúa un ciclo del que solo se conocen las cantidades indicadas en la tabla.
 a) Llenar los espacios vacíos en la tabla, b) esbozar el diagrama del ciclo en los planos VP y ST, c) calcular el rendimiento r del ciclo.

	P/kPa	V/m ³	T/K	ΔU /kJ	Q/kJ	W/kJ	ΔS /kJK ⁻¹
1		4					0
2			500	0			
3		4					
1			600				
neto							

3. Un sistema que consta de 2 kg de helio experimenta el ciclo mostrado en el plano ST. Sabiendo que $V_2 = 2V_1$ y que en la compresión isotérmica el sistema cede 864 kJ de calor, a) determinar la temperatura mínima que alcanza el sistema. Considerando que el rendimiento del ciclo es de 50%, calcular: b) la temperatura máxima que alcanza el sistema, c) el calor absorbido por el sistema en la expansión isotérmica y d) el trabajo neto.



4. Un sistema que consta de 2 kg de helio se somete en forma independiente a dos procesos (en ambos casos partiendo el sistema de las mismas condiciones iniciales):

El primer proceso consiste en poner al sistema en contacto térmico (a volumen constante) con un almacén cuya temperatura es tres veces mayor que la temperatura inicial del sistema, hasta que ambos llegan al equilibrio.

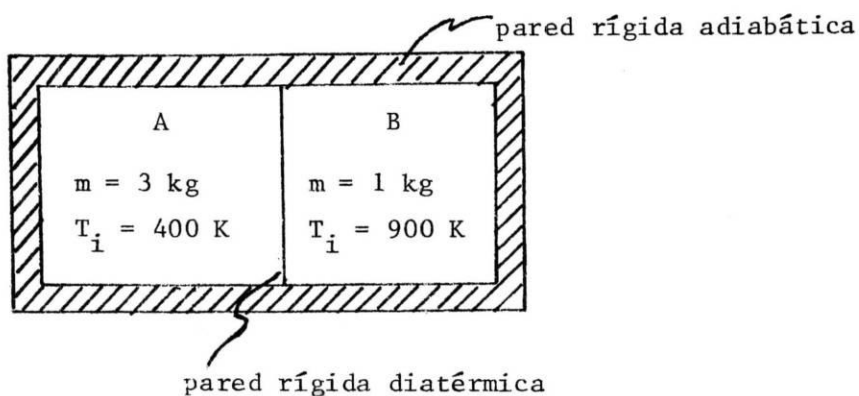
El otro proceso consiste en una expansión libre adiabática del sistema, hasta que su volumen se triplica.

Indicar en cuál de los dos procesos se produce:

- la máxima variación en la entropía del sistema,
- la menor variación en la entropía del universo.
- ¿Cuál de los dos procesos se desvía menos de un proceso reversible?

5. Los sistemas A y B constituídos por helio e ilustrados en la figura, intercambian calor hasta que alcanzan el equilibrio.

Indicar mediante cálculos si el proceso es reversible o irreversible.

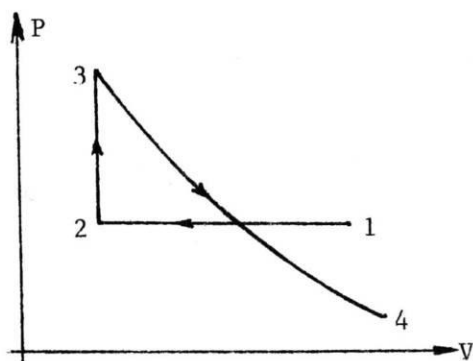


Helio en kJ/kgK : $C_p = 5.20$; $C_v = 3.12$

1. Un gas ideal ($C_v = 6 \text{ kJ/K}$) efectúa los cambios ilustrados en el plano VP.

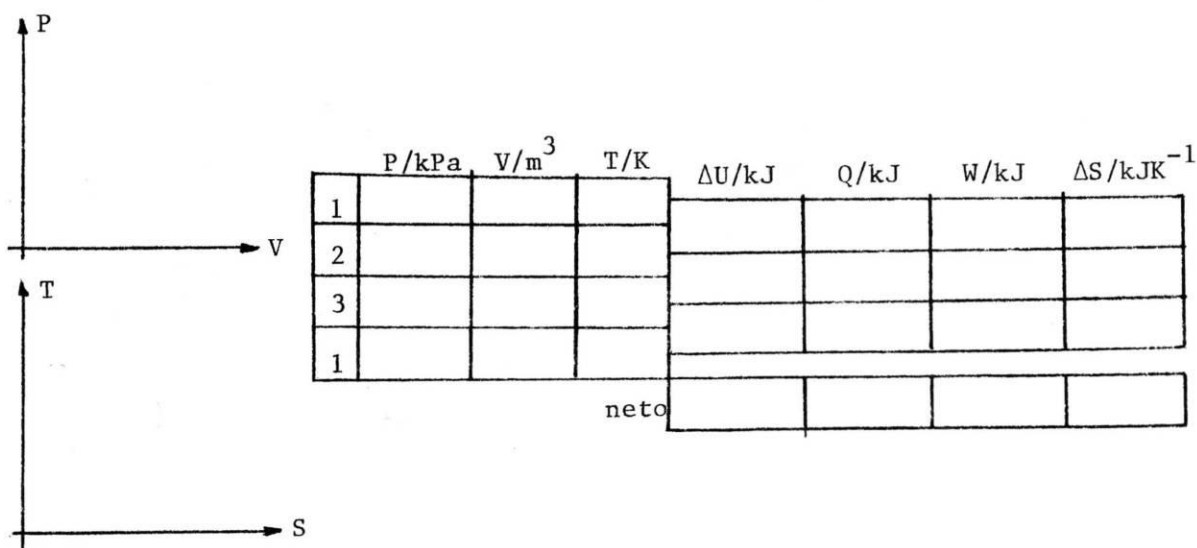
Sabiendo que $T_2 = 300 \text{ K}$ y que en la compresión isobárica la energía del sistema disminuye en 1800 kJ, a) determinar la temperatura inicial del sistema. Si $T_3 = 450 \text{ K}$, calcular: b) el calor absorbido por el sistema durante el proceso isocórico, c) la variación total en la energía interna.

Si en la expansión isotérmica el sistema absorbe 600 kJ de calor y sabiendo que el trabajo total realizado por los alrededores sobre el sistema es de 600 kJ; determinar: d) el calor cedido en la compresión isobárica, e) el calor total.



2. Un sistema que consta de 2 kg de helio inicialmente a 728 kPa y 4 m^3 experimenta los cambios siguientes: expansión isotérmica, duplicándose su volumen; a continuación realiza una compresión isobárica; regresa al estado inicial en forma isocórica.

a) Esbozar el diagrama del ciclo en los planos VP y ST, b) llenar la tabla, c) calcular el rendimiento r del ciclo.



3. Una máquina térmica opera bajo el ciclo de Carnot entre dos almacenes a las temperaturas de 427°C y 77°C respectivamente. Considerando que en la compresión isotérmica la entropía del sistema disminuye en 3 kJ/K ; determinar: a) la variación en la entropía del sistema debida a la expansión a temperatura constante, b) el calor cedido por el almacén a 427°C , c) el calor cedido por el sistema al almacén a menor temperatura, d) el trabajo neto realizado por el sistema y e) el rendimiento r_c del ciclo.

4. Un sistema que consta de 2 kg de helio experimenta los siguientes cambios: Pasa del estado 1 al 2 mediante una expansión libre adiabática, hasta que su volumen se duplica; llega al estado 3 al ponerse en contacto térmico (a volumen constante) con un almacén, hasta que al llegar al equilibrio su presión se ha triplicado; finalmente, para llegar al estado 4 ocurre una expansión isotérmica reversible, duplicándose su volumen.
a) Para cada uno de los cambios descritos, indicar si son reversibles, irreversibles o imposibles.
b) Determinar la variación total en la entropía del universo debida a los tres procesos.

5. Una máquina térmica opera entre dos almacenes a las temperaturas de 602°C y 77°C respectivamente.

a) Determinar el rendimiento máximo, indicando en que caso se obtiene éste.

Si el calor absorbido por el sistema es de 800 kJ , determinar la mínima cantidad de calor que deberá cederse al almacén a menor temperatura de forma tal que la máquina opere reversiblemente,

c) calcular el trabajo neto.

Si el rendimiento es de 40% y el sistema cede 540 kJ de calor; determinar:

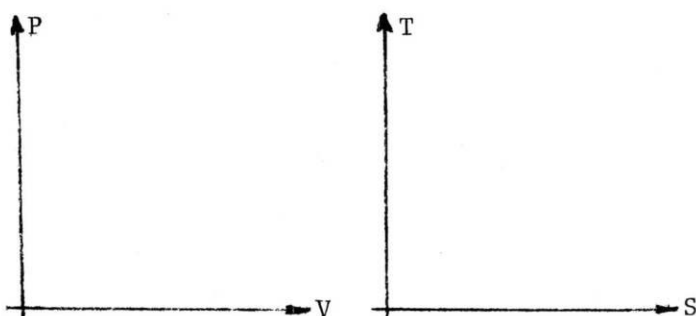
d) el calor absorbido, e) el trabajo neto, f) indicar si la máquina es reversible, irreversible o imposible.

Finalmente, considerando que el sistema absorbe 800 kJ de calor, g) demuestre, mediante cálculos de entropía, por qué es imposible que el rendimiento sea del 75% .

1. Un gas ideal experimenta un ciclo caracterizado por los siguientes cambios:

Cambio	κ	Condiciones
1 \rightarrow 2	∞	$\Delta U > 0$
2 \rightarrow 3	1	$W > 0$
3 \rightarrow 4	0	$Q < 0$
4 \rightarrow 1	C_p/C_v	

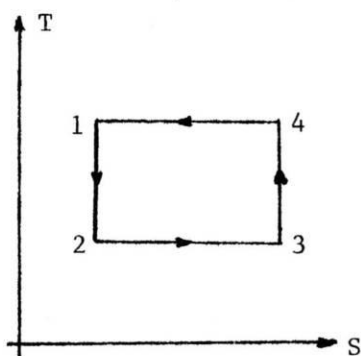
a) Esbozar el diagrama del ciclo en los planos VP y ST, b) escribir el signo correspondiente ($>$, $=$, $<$) entre cada par de relaciones a la derecha de los diagramas.



$Q_{1 \rightarrow 2}$	0	S_4	S_1
$\Delta U_{2 \rightarrow 3}$	0	V_1	V_3
$W_{3 \rightarrow 4}$	0	S_4	S_3
$Q_{4 \rightarrow 1}$	0	P_4	P_1
U_4	U_3	T_2	T_1

2. Un sistema que consta de 2 kg de hidrógeno inicialmente a 600 K, realiza el ciclo mostrado en el plano ST.

Sabiendo que en la compresión isotérmica la entropía del sistema disminuye en 1.5 kJ/K, llenar los espacios vacíos en la tabla.



T/K		$\Delta U/\text{kJ}$	Q/kJ	W/kJ	$\Delta S/\text{kJK}^{-1}$
	1				
	2				
350	3				
	4				
	1				
neto					

3. Considere que el gas ideal del problema 1 es hidrógeno, inicialmente a 1030 kPa y 500 K.

a) Llenar la tabla, b) calcular el rendimiento r del ciclo.

$$m = 2 \text{ kg}$$

	P/kPa	V/m ³	T/K	$\Delta U/\text{kJ}$	Q/kJ	W/kJ	$\Delta S/\text{kJK}^{-1}$
1							
2							
3			700				
4	500						
1							
neto							

$$r = \underline{\hspace{2cm}} \%$$

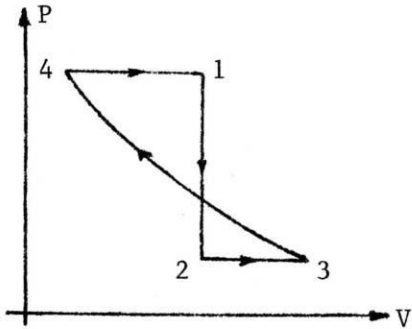
4. Un sistema que consta de 2 kg de hidrógeno inicialmente a 1030 kPa y 4 m³, se pone en contacto térmico (a volumen constante) con un almacén cuya temperatura es 1000 K, hasta que alcanzan el equilibrio.

a) Indicar mediante cálculos si el proceso es reversible o irreversible.

Considere ahora, que estando el sistema en el estado final que alcanzó en el proceso anterior, experimenta una expansión libre adiabática.

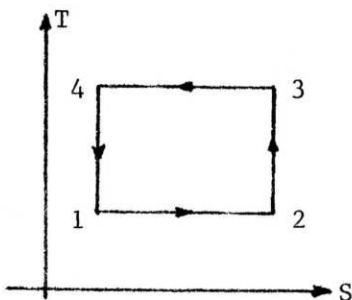
b) Calcular el volumen final que deberá adquirir el sistema, de forma tal que la variación en la entropía del universo para este segundo proceso, sea igual que la correspondiente variación en la entropía del universo para el primer proceso descrito.

1. Un gas ideal ($C_V' = 10$ kJ/K) realiza el ciclo ilustrado en el plano VP. Considerando que: en el proceso $2 \rightarrow 3$ el sistema realiza un trabajo de 500 kJ sobre los alrededores; que en la compresión isotérmica el sistema cede 5000 kJ de calor y que el trabajo neto realizado por los alrededores sobre el sistema es de 500 kJ; llenar los espacios vacíos en la tabla.



T/K				
		ΔU /kJ	Q/kJ	W/kJ
800	1			
500	2			
	3			
650	4			
	1			
neto				

2. Un sistema que consta de 2 kg de oxígeno realiza el ciclo ilustrado en el plano ST operando entre las temperaturas de 800 K y 300 K. Sabiendo que en la compresión isotérmica los alrededores realizan un trabajo de 1200 kJ sobre el sistema, llenar la tabla.



T/K					
		ΔU /kJ	Q/kJ	W/kJ	ΔS /kJK ⁻¹
	1				
	2				
	3				
	4				
	1				
neto					

3. Un sistema efectúa un ciclo operando entre dos almacenes térmicos a las temperaturas de 1000 K y 600 K. Suponiendo que la energía se conserva, indicar mediante cálculos de entropía, si el ciclo es reversible, irreversible o imposible en cada uno de los casos siguientes:

a) El sistema absorbe cierta cantidad de calor del almacén a 600 K y cede 300 kJ de calor al almacén a mayor temperatura. El trabajo neto que debe suministrársele al sistema es de 120 kJ

_____ ,

b) El sistema realiza un ciclo con un rendimiento de 50% y cede 400 kJ de calor al almacén a temperatura menor.

_____ ,

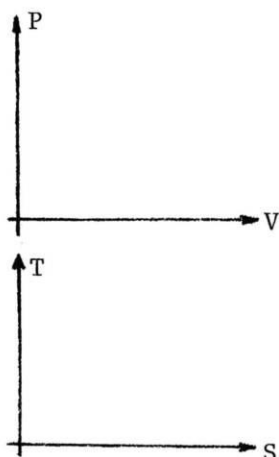
c) El sistema absorbe 600 kJ de calor del almacén a mayor temperatura y realiza un ciclo con un rendimiento de 30%

_____ .

4. Un sistema que consta de 2 kg de oxígeno, inicialmente a 300 K experimenta un ciclo caracterizado por los siguientes cambios:

Cambio	Proceso	Características
1 → 2	isocórico	aumenta su temperatura en 300 K
2 → 3	isoentrópico	disminuye su temperatura en 107 K
3 → 1	isobárico	

a) Esbozar el diagrama del ciclo en los planos VP y ST, b) llenar la tabla, c) calcular el rendimiento r del ciclo.



	T/K	$\Delta U/\text{kJ}$	Q/kJ	W/kJ	$\Delta S/\text{kJK}^{-1}$
1					
2					
3					
1					
neto					

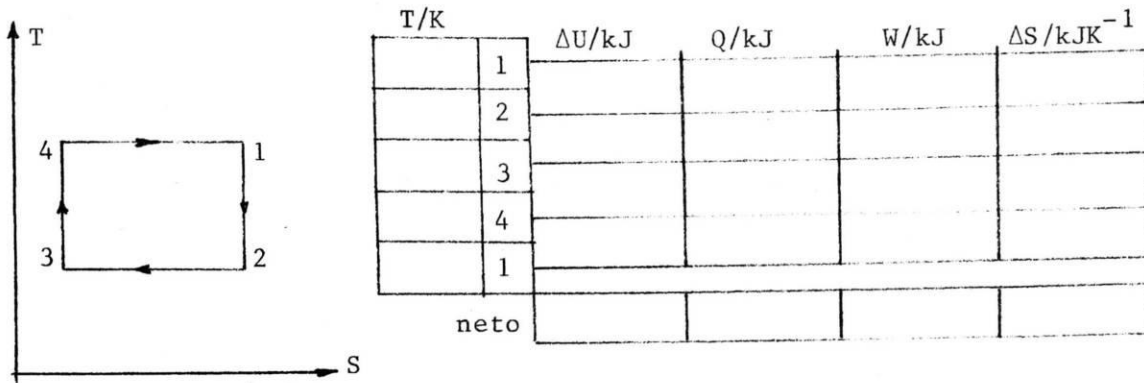
5. Un sistema que consta de 2 kg de oxígeno a la temperatura inicial de 700 K experimenta los siguientes cambios:

Mediante un proceso isoentrópico, pasa del estado 1 al 2 disminuyendo su temperatura en 300 K; a continuación llega al estado 3, al ponerlo en contacto térmico (a volumen constante) con un almacén hasta que, al llegar al equilibrio su temperatura ha aumentado en 150 K; finalmente, mediante un proceso isotérmico reversible llega al estado 4.

Llenar la tabla indicando en la última columna si el proceso es reversible o irreversible.

		$\Delta S/\text{kJK}^{-1}$			Proceso
T/K		Sistema	Alreded.	Universo	
	1				
	2				
	3				
	4		- 0.36		
1 → 4					

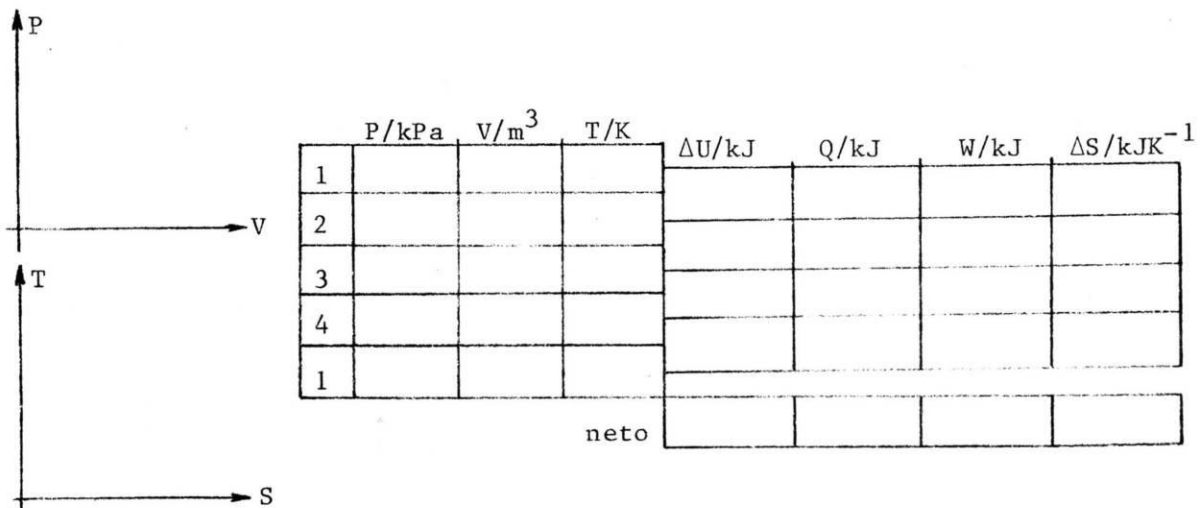
1. Un sistema que consta de 2 kg de helio inicialmente a 800 K realiza el ciclo ilustrado en el plano ST con un rendimiento de 50%. Si el sistema absorbe 1600 kJ de calor durante la expansión isotérmica, llenar la tabla.



2. Un sistema que consta de 2 kg de helio inicialmente a la presión de 286 kPa y ocupando un volumen de 8 m^3 realiza un ciclo constituido por los siguientes cambios:

En forma isotérmica su volumen disminuye en 5 m^3 mediante un proceso isocórico su temperatura aumenta en 250 K ; a continuación realiza un cambio isentrópico; finalmente, alcanza el estado inicial al efectuar un cambio isobárico.

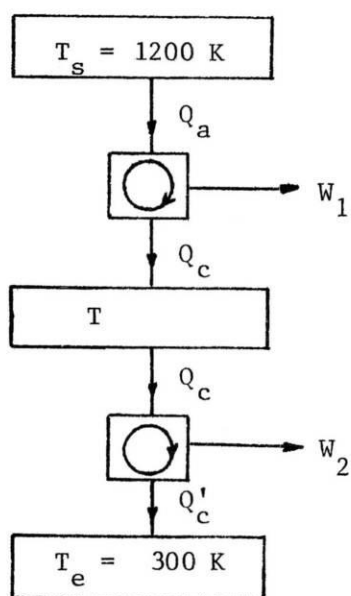
a) Llenar la tabla, b) esbozar el diagrama del ciclo en los planos VP y ST, c) calcular el rendimiento r del ciclo.



3. Un sistema que consta de 2 kg de helio a la temperatura inicial de 500 K, realiza los siguientes cambios:
 Pasa del estado 1 al 2 mediante una expansión libre adiabática, duplicando su volumen; a continuación llega al estado 3, al ponerlo en contacto térmico (a volumen constante) con un almacén hasta que, al llegar al equilibrio su temperatura es de 1500 K; finalmente, mediante un proceso isoentrópico llega al estado 4, adquiriendo la temperatura inicial.
 Llenar la tabla indicando en la última columna si el proceso es reversible o irreversible.

T/K		$\Delta S/\text{kJK}^{-1}$			Proceso
		Sistema	Alreded.	Universo	
	1				
	2				
	3				
	4				
	1 → 4				

4. Dos máquinas térmicas de Carnot están acopladas en serie como se indica en la figura.



a) ¿Cuál es el valor de la variación total en la entropía del universo? ¿Por qué?

Considerando que $W_1 = W_2$; determinar:

b) la temperatura T del almacén intermedio,

c) los rendimientos r_1 y r_2

Si $Q_c = 600 \text{ kJ}$, determinar:

d) Q_a

e) W_1 y W_2

f) Q'_c

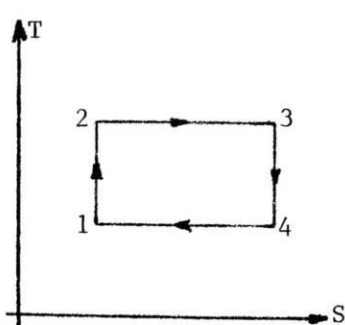
1. Un gas ideal experimenta los cambios siguientes: mediante un cambio adiabático pasa del estado 1 al 2, realizando los alrededores sobre el sistema un trabajo de 500 kJ; a presión constante llega al estado 3, disminuyendo su energía interna en 200 kJ; finalmente, en forma isocórica alcanza el estado 4 cediendo 900 kJ de calor.

Sabiendo que el trabajo total realizado por los alrededores sobre el sistema es de 1200 kJ; llenar los espacios vacíos en la tabla.

	$\Delta U/\text{kJ}$	Q/kJ	W/kJ
1			
2			
3			
4			
total			

2. Un sistema que consta de 3 kg de helio inicialmente a 320 K, efectúa el ciclo ilustrado en el plano ST con un rendimiento de 60%.

Sabiendo que la entropía del sistema disminuye en 4 kJ/K, llenar los espacios vacíos en la tabla.



T/K		$\Delta U/\text{kJ}$	Q/kJ	W/kJ	$\Delta S/\text{kJK}^{-1}$
	1				
	2				
	3				
	4				
	1				
	neto				

3. Se desea variar la presión desde un valor de 936 kPa hasta 500 kPa; para un sistema que consta de 3 kg de helio inicialmente a 4 m³. Para lograrlo se proponen dos formas alternas, partiendo el sistema de las mismas condiciones iniciales.

Forma i) El sistema se pone en contacto térmico (a volumen constante) con un almacén hasta que ambos alcanzan el equilibrio.

Forma ii) El sistema experimenta una expansión libre adiabática.

a) Para la Forma (i), determinar la temperatura del almacén, b) para la Forma (ii), determinar el volumen final del sistema, c) indique por medio de cálculos cuál de las dos formas de variar la presión del sistema se desvía menos de un proceso reversible.

- a) $T_{\text{alm}} =$ _____ K
 b) $V_f =$ _____ m³
 c) Forma _____ .

4. Un sistema que consta de 3 kg de helio inicialmente a 1560 kPa y 1000 K, efectúa los cambios que se describen a continuación:

- 1 → 2 : el sistema se pone en contacto térmico (a volumen constante) con un almacén hasta que, al llegar al equilibrio su presión ha aumentado en 468 kPa;
 2 → 3 : el sistema se expande libremente, disminuyendo su presión en 675 kPa
 3 → 4 : el sistema se pone en contacto térmico (a volumen constante) con un almacén hasta que, al llegar al equilibrio su presión ha disminuido en 520 kPa.

Llenar la tabla indicando en la última columna si el proceso es reversible o irreversible.

T/K		$\Delta S/\text{kJK}^{-1}$			Proceso
		Sistema	Alreded.	Universo	
	1				
	2				
	3				
	4				
1 → 4					

5. Se desea diseñar un dispositivo tal que al efectuar un ciclo absorba la energía Q_a de un almacén térmico a 600 K ; ceda la energía Q_c a un almacén térmico a 300 K y efectúe un trabajo neto W . En la tabla adjunta se presentan algunas propuestas para los valores Q_a , Q_c y W , clasificar cada una de ellas como:

- a) Posible Reversible : la energía se conserva y la entropía del universo es constante.
 b) Posible Irreversible : la energía se conserva y la entropía del universo aumenta.
 c) Imposible : la energía se conserva y la entropía del universo disminuye.
 d) Imposible : la energía no se conserva y la entropía del universo es constante.
 e) Imposible : la energía no se conserva y la entropía del universo aumenta.
 f) Imposible : la energía no se conserva y la entropía del universo disminuye.

Q_a/kJ	600	400	600	600	600	400
Q_c/kJ	200	300	300	200	300	300
W/kJ	300	100	200	400	300	300
Clasificación						

Respuestas

Primera Evaluación Parcial

1.82'I : $P_1 = 178.2 \text{ kPa}$, $T_3 = 300 \text{ K}$, $\Delta P_{3 \rightarrow 1} = + 89.1 \text{ kPa}$

2.82'I : $\Delta U_{1 \rightarrow 2} = 0$, $W_{2 \rightarrow 3} = 0$, $Q_{1 \rightarrow 3} = + 350 \text{ kJ}$

1.82'P : $V_1 = 4 \text{ m}^3$, $T_3 = 930.1 \text{ K}$, $\Delta T_{2 \rightarrow 3} = + 465.1 \text{ K}$

2.82'P : $\Delta U_{1 \rightarrow 2} = - 200 \text{ kJ}$, $W_{2 \rightarrow 3} = - 50 \text{ kJ}$, $Q_{1 \rightarrow 3} = - 50 \text{ kJ}$

3.82'P : V, F, V, V, F, V, F, F, V, F, F, F, F, F, F

1.83'I : $V_1 = 5 \text{ m}^3$, $T_2 = 404 \text{ K}$, $P_3 = 72 \text{ kPa}$

2.83'I : $W_{1 \rightarrow 2} = - 200 \text{ kJ}$, $\Delta U_{2 \rightarrow 3} = + 300 \text{ kJ}$, $W_{3 \rightarrow 4} = + 600 \text{ kJ}$,

$Q_{\text{total}} = + 220 \text{ kJ}$

3.83'I : <, <, >, =, =, F, V, F, F, F

1.83'O : $T_1 = 405 \text{ K}$, $V_2 = 3 \text{ m}^3$, $V_3 = 4.3 \text{ m}^3$, $T_4 = 673.4 \text{ K}$

2.83'O : $W_{1 \rightarrow 2} = 0$, $T_2 = 600 \text{ K}$, $\Delta U_{2 \rightarrow 3} = - 3000 \text{ kJ}$, $W_{3 \rightarrow 1} = - 2000 \text{ kJ}$,

$\Delta U_{\text{neto}} = 0$

1.83'O : $V_1 = V_3 = V_4 = 8 \text{ m}^3$, $T_2 = 400 \text{ K}$, $T_3 = 640 \text{ K}$, $P_4 = 390 \text{ kPa}$

2.83'O : $W_{1 \rightarrow 2} = - 2250 \text{ kJ}$, $T_3 = 500 \text{ K}$, $\Delta U_{2 \rightarrow 3} = 0$, $Q_{3 \rightarrow 1} = - 2250 \text{ kJ}$,

$W_{\text{neto}} = + 750 \text{ kJ}$

3.83'O : >, <, <, =, <, >, >, <, =, <

1.84'P : $P_1 = 150 \text{ kPa}$, $V_2 = 6 \text{ m}^3$, $T_3 = 1800 \text{ K}$, $P_4 = 173.2 \text{ kPa}$

2.84'P : $W_{1 \rightarrow 2} = + 400 \text{ kJ}$, $\Delta U_{2 \rightarrow 3} = - 450 \text{ kJ}$, $Q_{\text{neto}} = + 1400 \text{ kJ}$

1.84'O : $V_2 = 8.3 \text{ m}^3$, $P_3 = 633.5 \text{ kPa}$, $T_4 = 533 \text{ K}$

2.84'O : $\Delta U_{1 \rightarrow 2} = - 600 \text{ kJ}$, $W_{2 \rightarrow 3} = - 1500 \text{ kJ}$, $\Delta U_{3 \rightarrow 4} = - 300 \text{ kJ}$,

$Q_{\text{neto}} = - 2400 \text{ kJ}$, $W_{\text{neto}} = - 1200 \text{ kJ}$

$$3.84'0 : >, >, =, =, =, =$$

$$1.85'0 : T_2 = 617.3 \text{ K}, \Delta V_{1 \rightarrow 2} = + 2 \text{ m}^3, T_4 = 445 \text{ K}, \Delta P_{1 \rightarrow 4} = - 265.3 \text{ kPa}$$

$$2.85'0 : Q_{1 \rightarrow 2} = - 800 \text{ kJ}, \Delta U_{2 \rightarrow 3} = - 400 \text{ kJ}, W_{3 \rightarrow 4} = + 400 \text{ kJ},$$

$$\Delta U_{\text{total}} = - 200 \text{ kJ}$$

$$3.85'0 : <, =, =, <, <, =, >, =, =, <$$

$$1.86'I : V_2 = 6 \text{ m}^3, T_3 = 450 \text{ K}, P_4 = 702 \text{ kPa}, \Delta V_{\text{total}} = 0$$

$$2.86'I : W_{1 \rightarrow 2} = - 1200 \text{ kJ}, W_{2 \rightarrow 3} = + 600 \text{ kJ}, \Delta U_{3 \rightarrow 4} = - 250 \text{ kJ},$$

$$Q_{1 \rightarrow 4} = - 2250 \text{ kJ}$$

$$3.86'I : >, >, <, >, =, >, <, >, =, <$$

Segunda Evaluación Parcial

$$1.82'I : Q_{1 \rightarrow 2} = + 900 \text{ kJ}, T_4 = 300 \text{ K}, \Delta S_{3 \rightarrow 4} = - 1.5 \text{ kJ K}^{-1},$$

$$W_{3 \rightarrow 4} = - 450 \text{ kJ}, \Delta U_{2 \rightarrow 3} = - 2808 \text{ kJ}, W_{\text{neto}} = + 450 \text{ kJ}$$

$$2.82'I : P_2 = 312 \text{ kPa}, T_3 = 780 \text{ K}, \Delta S_{1 \rightarrow 2} = 3.0 \text{ kJ K}^{-1}, W_{1 \rightarrow 2} = - 1125 \text{ kJ},$$

$$Q_{2 \rightarrow 3} = 4212 \text{ kJ}, \Delta U_{3 \rightarrow 1} = - 2527.2 \text{ kJ}, r = 13 \%, r_c = 52 \%$$

$$3.82'I : F, F, V, F, V, F, F, V, V, F$$

$$1.82'P : T_2 = 750 \text{ K}, W_{1 \rightarrow 2} = + 1500 \text{ kJ}, \Delta S_{1 \rightarrow 2} = 2 \text{ kJ K}^{-1}, W_{2 \rightarrow 3} = + 2808 \text{ kJ}$$

$$2.82'P : T_2 = 415 \text{ K}, \Delta U_{1 \rightarrow 2} = + 717.6 \text{ kJ}, Q_{2 \rightarrow 3} = + 1411 \text{ kJ},$$

$$Q_{\text{neto}} = + 215 \text{ kJ}, r_c = 28 \%$$

$$1.82'0 : T_3 = 390 \text{ K}, Q_{1 \rightarrow 2} = + 1000 \text{ kJ}, W_{3 \rightarrow 4} = - 650 \text{ kJ}, \Delta S_{\text{neto}} = 0$$

$$2.82'0 : T_1 = 425 \text{ K}, T_3 = 522 \text{ K}, \Delta S_{1 \rightarrow 2} = 0.64 \text{ kJ K}^{-1}, Q_{2 \rightarrow 3} = 302.6 \text{ kJ},$$

$$r = 10 \%$$

$$3.82'0 : F, F, V, V, F, V, F, V, V, V$$

$$1.83'I : Q_{2 \rightarrow 3} = + 1500 \text{ kJ}, \Delta S_{4 \rightarrow 1} = - 2.5 \text{ kJ/K}, W_{4 \rightarrow 1} = - 1050 \text{ kJ},$$

$$r_c = 30 \%$$

- 2.83'I : $\Delta U_{1 \rightarrow 2} = -936 \text{ kJ}$, $W_{2 \rightarrow 3} = -750 \text{ kJ}$, $\Delta S_{3 \rightarrow 1} = +2.5 \text{ kJ/K}$,
 $r = 20 \%$, $r_c = 33 \%$
- 3.83'I : $>, >, >, <, <, =, >, <, <, <$
- 1.83'O : $T_3 = 300 \text{ K}$, $T_1 = 500 \text{ K}$, $W_{1 \rightarrow 2} = +864 \text{ kJ}$, $Q_{2 \rightarrow 3} = -900 \text{ kJ}$,
 $W_{4 \rightarrow 1} = +1500 \text{ kJ}$, $r_c = 40 \%$
- 2.83'O : $T_2 = 300 \text{ K}$, $\Delta S_{1 \rightarrow 2} = -1.3 \text{ kJ/K}$, $W_{2 \rightarrow 3} = -648 \text{ kJ}$,
 $W_{\text{neto}} = +162 \text{ kJ}$, $r = 20 \%$
- 3.83'O : $<, =, >, >, >, =, >, >, >, =$
- 1.84'I : $T_2 = 681 \text{ K}$, $Q_{1 \rightarrow 2} = +216 \text{ kJ}$, $\Delta S_{2 \rightarrow 3} = 0$, $\Delta S_{3 \rightarrow 1} = -0.34 \text{ kJ/K}$,
 $r = 2 \%$
- 2.84'I : $T_1 = 450 \text{ K}$, $\Delta S_{1 \rightarrow 2} = +1.5 \text{ kJ/K}$, $T_3 = 600 \text{ K}$,
 $\Delta U_{2 \rightarrow 3} = +324 \text{ kJ}$, $Q_{4 \rightarrow 5} = 0$, $W_{4 \rightarrow 5} = +324 \text{ kJ}$, $T_6 = 450 \text{ K}$,
 $W_{6 \rightarrow 7} = +324 \text{ kJ}$, $Q_{7 \rightarrow 8} = -1800 \text{ kJ}$, $\Delta S_{7 \rightarrow 8} = -6 \text{ kJ/K}$,
 $Q_{\text{neto}} = +1350 \text{ kJ}$, $r = 43 \%$
- 1.84'I : $T_2 = 400 \text{ K}$, $V_3 = 4 \text{ m}^3$, $\Delta S_{1 \rightarrow 2} = -1.1 \text{ kJ/K}$, $Q_{1 \rightarrow 2} = -552.6 \text{ kJ}$,
 $\Delta U_{2 \rightarrow 3} = +397.2 \text{ kJ}$, $\Delta S_{3 \rightarrow 1} = +0.3 \text{ kJ/K}$, $r = 4 \%$
- 2.84'I : $T_1 = 300 \text{ K}$, $W_{1 \rightarrow 2} = -600 \text{ kJ}$, $\Delta S_{2 \rightarrow 3} = 0$, $T_3 = 475 \text{ K}$,
 $\Delta S_{3 \rightarrow 4} = -3 \text{ kJ/K}$, $\Delta S_{5 \rightarrow 6} = +5 \text{ kJ/K}$, $Q_{5 \rightarrow 6} = +2875 \text{ kJ}$, $r_c = 48 \%$
- 1.84'P : $T_2 = 360 \text{ K}$, $T_4 = 600 \text{ K}$, $\Delta S_{1 \rightarrow 2} = -3 \text{ kJ/K}$, $W_{1 \rightarrow 2} = -1080 \text{ kJ}$,
 $Q_{3 \rightarrow 4} = +1800 \text{ kJ}$, $Q_{\text{neto}} = +720 \text{ kJ}$, $r_c = 40 \%$
- 2.84'P : $V_2 = 4 \text{ m}^3$, $T_3 = 600 \text{ K}$, $\Delta U_{1 \rightarrow 2} = 0$, $W_{2 \rightarrow 3} = +1872 \text{ kJ}$,
 $\Delta S_{3 \rightarrow 1} = -6.5 \text{ kJ/K}$, $r = 12 \%$
- 1.84'O : b) $\Delta S_{\text{neto}} = \Delta U_{\text{neto}} = 0$, c) $W_{\text{neto}} = 450 \text{ kJ}$, e) $r = 30 \%$
f) $T_{\text{min}} = T_1 = 297 \text{ K}$

2.84'0 : a) $\Delta S_{4 \rightarrow 1} = -1.3 \text{ kJ/K}$, b) $Q_{4 \rightarrow 1} = -390 \text{ kJ}$, c) $Q_{2 \rightarrow 3} = +780 \text{ kJ}$,
d) $W_{\text{neto}} = +390 \text{ kJ}$, $r_c = 50 \%$

1.85'I : $\Delta U_{4 \rightarrow 1} = -2808 \text{ kJ}$, $T_2 = 450 \text{ K}$, $T_4 = 750 \text{ K}$, $Q_{1 \rightarrow 2} = -900 \text{ kJ}$,
 $W_{3 \rightarrow 4} = +1500 \text{ kJ}$, $\Delta S_{3 \rightarrow 4} = +2 \text{ kJ/K}$

2.85'I : $T_1 = 750 \text{ K}$, $T_2 = 450$, $Q_{1 \rightarrow 2} = -2808 \text{ kJ}$, $W_{2 \rightarrow 3} = -1350 \text{ kJ}$,
 $Q_{3 \rightarrow 1} = +4680 \text{ kJ}$, $r = 11 \%$

3.85'I : $<, >, >, >, >, >, =, >, <, >$

1.85'P : a) $\Delta U_{\text{neto}} = \Delta S_{\text{neto}} = 0$, b) $T_4 = 414 \text{ K}$, c) $W_{4 \rightarrow 1} = -1242 \text{ kJ}$,
d) $\Delta S_{1 \rightarrow 2} = 0$, e) $\Delta S_{2 \rightarrow 3} = +3 \text{ kJ/K}$, f) $Q_{2 \rightarrow 3} = +2250 \text{ kJ}$,
g) $T_2 = 750 \text{ K}$, j) 45%

2.85'P : c) $\Delta U_{\text{neto}} = 0 = \Delta S_{\text{neto}}$, e) $T_2 = 414 \text{ K}$, f) $T_3 = 525 \text{ K}$,
g) $Q_{1 \rightarrow 2} = -2096.6 \text{ kJ}$, h) $\Delta S_{1 \rightarrow 2} = -3.7 \text{ kJ/K}$,
j) $W_{2 \rightarrow 3} = -692.6 \text{ kJ}$, k) $\Delta U_{3 \rightarrow 1} = +1404 \text{ kJ}$, l) $Q_{3 \rightarrow 1} = +2340 \text{ kJ}$,
m) $W_{\text{neto}} = 243.4 \text{ kJ}$, n) $r = 10 \%$

3.85'P : $=, >, >, >, >, >, =, >, >, <$

1.85'0 : $T_1 = 750 \text{ K}$, $T_3 = 450 \text{ K}$, $\Delta U_{1 \rightarrow 2} = -1872 \text{ kJ}$, $Q_{2 \rightarrow 3} = -1350 \text{ kJ}$,
 $\Delta S_{4 \rightarrow 1} = +3 \text{ kJ/K}$, $W_{4 \rightarrow 1} = +2250 \text{ kJ}$

Tercera Evaluación Parcial

1.82'I : $\Delta S_{\text{alr}} (1 \rightarrow 2) = -8.4 \text{ kJ/K}$, $\Delta S_{\text{univ}} (1 \rightarrow 2) = 0$,
 $\Delta S_{\text{sist}} (3 \rightarrow 4) = +1.1 \text{ kJ/K}$, $T_4 = 316.5 \text{ K}$

2.82'I : a) reversible, b) irreversible, c) imposible

1.82'P : Forma A : $\Delta S_{\text{alr}} = -1.5 \text{ kJ/K}$; $\Delta S_{\text{univ}} = +0.3 \text{ kJ/K}$
Forma B : $\Delta S_{\text{univ}} = 0 = \Delta S_{\text{alr}}$

2.82'P : Forma A : $\Delta S_{\text{univ}} = +2.7 \text{ kJ/K}$,
Forma B : $\Delta S_{\text{alr}} = -5.3 \text{ kJ/K}$, $\Delta S_{\text{univ}} = +1.6 \text{ kJ/K}$

- 1.82'P : $\Delta S_{\text{sist}} (1 \rightarrow 2) = + 6.5 \text{ kJ/K}$, $\Delta S_{\text{univ}} (2 \rightarrow 3) = + 6.9 \text{ kJ/K}$
 $\Delta S_{\text{alr}} (3 \rightarrow 4) = 0$, $\Delta S_{\text{univ}} (1 \rightarrow 4) = + 8.7 \text{ kJ/K}$
a) irreversible, b) imposible, c) reversible
- 1.82'O : $\Delta S_{\text{univ}} (1 \rightarrow 2) = + 2 \text{ kJ/K}$, $\Delta S_{\text{alr}} (2 \rightarrow 1) = + 11.7 \text{ kJ/K}$
 $\Delta S_{\text{univ}} (1 \rightarrow 2 \rightarrow 1) = + 5 \text{ kJ/K}$
- 2.82'O : a) irreversible b) irreversible, c) imposible
- 1.83'O : a) 313.3 K, b) + 0.41 kJ/K, d) + 0.06 kJ/K, f) irreversible
- 2.83'O : a) imposible, b) reversible, c) irreversible
- 1.84'I : La segunda se desvía más
- 2.84'I : a) 200 kJ , b) imposible, c) $r = 25 \%$ irreversible
- 1.84'I : $\Delta S_{\text{sist}} (1 \rightarrow 2) = - 4.3 \text{ kJ/K}$, $\Delta S_{\text{alr}} (3 \rightarrow 4) = - 6.2 \text{ kJ/K}$
 $\Delta S_{\text{univ}} (1 \rightarrow 4) = 11 \text{ kJ/K}$
- 2.84'I : a) 600 kJ, b) imposible, c) irreversible
- 1.84'P : b) ambos son irreversibles, c) en el segundo, d) en el segundo,
e) en el primero
- 2.84'P : a) 60%, b) 0.4, c) 500 kJ, d) irreversible
- 1.84'P : c) $\Delta S_{\text{sist}} (1 \rightarrow 4) = 0$
- 2.84'P : a) 600 K, b) 50%, $Q_a = 700 \text{ kJ}$, $W_1 = 350 \text{ kJ}$
- 1.85'I : $\Delta S_{\text{sist}} (1 \rightarrow 2) = + 7.2 \text{ kJ/K}$, $\Delta S_{\text{alr}} (2 \rightarrow 3) = + 6.2 \text{ kJ/K}$,
 $\Delta S_{\text{alr}} (3 \rightarrow 4) = 0$
- 2.85'I : $\Delta S_{\text{univ}} (1 \rightarrow 2) = + 4.6 \text{ kJ/K}$, $\Delta S_{\text{alr}} (2 \rightarrow 3) = - 4.2 \text{ kJ/K}$
 $\Delta S_{\text{univ}} (1 \rightarrow 4) = + 7.3 \text{ kJ/K}$
- 1.85'O : a) irreversible, b) irreversible, c) 1.2 kJ/K
- 2.85'O : a) imposible, b) irreversible, c) reversible

1.86'I : a) + 0.6 kJ/K, b) irreversible, c) 793 K, e) - 0.5 kJ/K,
f) + 0.1 kJ/K, h) 0.7 kJ/K

2.86'I : a) 0, b) 0, d) 2.2 m³, i) 0.34 kJ/K

Evaluación Global

2.82'P : $\Delta U_{1 \rightarrow 2} = + 300 \text{ kJ}$, $W_{2 \rightarrow 3} = + 500 \text{ kJ}$, $Q_{1 \rightarrow 3} = + 500 \text{ kJ}$

3.82'P : $\Delta U_{1 \rightarrow 2} = - 1248 \text{ kJ}$, $Q_{2 \rightarrow 3} = - 300 \text{ kJ}$, $W_{4 \rightarrow 1} = + 500 \text{ kJ}$

$\Delta S_{4 \rightarrow 1} = 1 \text{ kJ/K}$

5.82'P : $\Delta S_{\text{univ}} (1 \rightarrow 2) = 0$, $\Delta S_{\text{alr}} (2 \rightarrow 3) = + 12.5 \text{ kJ/K}$, $\Delta S_{\text{alr}} (3 \rightarrow 4) = 0$

1.82'O : $W_{1 \rightarrow 2} = - 936 \text{ kJ}$, $\Delta S_{2 \rightarrow 3} = - 5 \text{ kJ/K}$, $Q_{4 \rightarrow 1} = + 1500 \text{ kJ}$

$W_{\text{neto}} = - 500 \text{ kJ}$

2.82'O : $\Delta S_{1 \rightarrow 2} = + 6.3 \text{ kJ/K}$, $Q_{\text{neto}} = + 450 \text{ kJ}$, $r = 19 \%$

3.82'O : $\Delta S_{\text{alr}} (1 \rightarrow 2) = 0$, $\Delta S_{\text{univ}} (2 \rightarrow 3) = 0$, b) irreversible

4.82'O : a) irreversible, b) imposible, c) reversible

1.83'I : $\Delta U_{1 \rightarrow 2} = - 500 \text{ kJ}$, $Q_{2 \rightarrow 3} = + 300 \text{ kJ}$, $W_{\text{total}} = - 200 \text{ kJ}$

2.83'I : $W_{1 \rightarrow 2} = 1050 \text{ kJ}$, $\Delta S_{1 \rightarrow 2} = + 3 \text{ kJ/K}$, $Q_{3 \rightarrow 4} = - 1500 \text{ kJ}$

$W_{\text{neto}} = - 450 \text{ kJ}$

3.83'I : $\Delta S_{1 \rightarrow 2} = - 5 \text{ kJ/K}$, $r = 10 \%$, $r_c = 42 \%$

4.83'I : $\Delta S_{\text{sist}} (2 \rightarrow 3) = + 2.5 \text{ kJ/K}$, $\Delta S_{\text{univ}} (3 \rightarrow 4) = 0$,

$\Delta S_{\text{sist}} (1 \rightarrow 4) = + 13.3 \text{ kJ/K}$

5.83'I : a) irreversible, b) reversible, c) imposible

1.83'O : $T_3 = 1800 \text{ K}$, $Q_{3 \rightarrow 4} = + 900 \text{ kJ}$, $W_{\text{neto}} = + 400 \text{ kJ}$

2.83'O : $T_2 = 350 \text{ K}$, $Q_{1 \rightarrow 2} = - 1050 \text{ kJ}$, $W_{2 \rightarrow 3} = - 234 \text{ kJ}$,

$Q_{3 \rightarrow 4} = + 1800 \text{ kJ}$, $r_c = 42 \%$

3.83'O : a) 50%, b) 400 kJ, c) 400 kJ, d) reversible

5.83'O : a) 245.5 kJ, b) 545.5 kJ, c) reversible

- 2.84'I : $Q_{1\rightarrow 2} = + 312 \text{ kJ}$, $\Delta S_{2\rightarrow 3} = + 3.3 \text{ kJ/K}$, $\Delta U_{\text{neto}} = + 1458 \text{ kJ}$,
 $W_{\text{neto}} = + 654 \text{ kJ}$
- 3.84'I : a) 612.5 K, c) + 0.5 kJ/K, d) Se expande el sistema A,
e) 3.6 m³, g) irreversible
- 4.84'I : a) imposible, c) reversible
- 1.84'P : a) 4, b) 2, c) 2, d) 1 y 2, e) 2→3, f) 4→1, g) 1→2, h) 1→2
j) 3→4, k) 2→3, l) 4→1
- 3.84'P : a) 1000 K, b) - 1.3 kJ/K, c) 780 kJ, d) 1300 kJ, e) + 1721 kJ
- 5.84'P : a) no es posible, b) 219.3 kPa
- 1.84'P : a) 4, b) 4 y 1, c) 2, d) 1, e) 1→2 y 2→3, f) 3→4, g) 4→1,
h) 3→4, j) 2→3, iii) 2→3 y 4→1
- 2.84'P : $W_{1\rightarrow 2} = + 624 \text{ kJ}$, $Q_{2\rightarrow 3} = - 550 \text{ kJ}$, $\Delta S_{3\rightarrow 1} = + 1.1 \text{ kJ/K}$, $r = 12 \%$
- 3.84'P : a) 288 K, b) 576 K, c) 1728 kJ, d) 864 kJ
- 4.84'P : a) en el primero, b) en el primero, c) el primero
- 5.84'P : irreversible
- 1.84'O : a) 600 K, b) + 900 kJ, c) - 900 kJ, d) - 3000 kJ, e) - 1500 kJ
- 2.84'O : $W_{1\rightarrow 2} = + 2030 \text{ kJ}$, $Q_{2\rightarrow 3} = - 3640 \text{ kJ}$, c) $\Delta U_{3\rightarrow 1} = + 2184 \text{ kJ}$,
 $W_{\text{neto}} = + 574 \text{ kJ}$
- 3.84'O : a) + 3 kJ/K, b) 2100 kJ, c) - 1050 kJ, d) + 1050 kJ, e) 50 %
- 5.84'O : a) 60 %, b) 320 kJ, c) 480 kJ, d) 900 kJ, e) 360 kJ,
f) irreversible
- 1.85'I : >, =, <, =, <, =, <, <, <, >
- 2.85'I : $Q_{1\rightarrow 2} = 0$, $W_{2\rightarrow 3} = + 525 \text{ kJ}$, $\Delta U_{3\rightarrow 4} = + 5040 \text{ kJ}$, $\Delta S_{4\rightarrow 1} = - 1.5 \text{ kJ/K}^{-1}$,
- 4.85'I : a) irreversible, b) 6.4 m³

$$1.85'P : \Delta U_{1 \rightarrow 2} = - 3000 \text{ kJ}, \quad Q_{2 \rightarrow 3} = + 2000 \text{ kJ}, \quad \Delta U_{4 \rightarrow 1} = + 1500 \text{ kJ}, \\ Q_{\text{neto}} = - 500 \text{ kJ}$$

$$2.85'P : Q_{1 \rightarrow 2} = + 450 \text{ kJ}, \quad \Delta S_{3 \rightarrow 4} = - 1.5 \text{ kJ/K}, \quad W_{\text{neto}} = - 750 \text{ kJ}$$

$$5.85'P : \Delta S_{\text{univ}} (1 \rightarrow 2) = 0, \quad T_3 = 550 \text{ K}, \quad \Delta S_{\text{alr}} (2 \rightarrow 3) = - 0.36 \text{ kJ/K}, \\ \Delta S_{\text{sist}} (3 \rightarrow 4) = + 0.36 \text{ kJ/K}$$

$$2.85'O : T_3 = 800 \text{ K}, \quad Q_{1 \rightarrow 2} = - 2255 \text{ kJ}, \quad \Delta U_{2 \rightarrow 3} = + 1560 \text{ kJ}, \quad \Delta S_{3 \rightarrow 4} = 0, \\ W_{3 \rightarrow 4} = + 2089.2 \text{ kJ}, \quad \Delta S_{4 \rightarrow 1} = + 1.8 \text{ kJ/K}, \quad Q_{4 \rightarrow 1} = + 882 \text{ kJ}, \quad r = 8 \%$$

$$4.85'O : \text{a) } 0, \quad \text{b) } 750 \text{ K}, \quad \text{c) } r_1 = 37.5 \% \text{ y } r_2 = 60 \%, \quad \text{d) } 960 \text{ kJ}, \\ \text{e) } 360 \text{ kJ}, \quad \text{f) } 240 \text{ kJ}$$

$$3.86'I : \text{a) } 320.5 \text{ K}, \quad \text{b) } 7.5 \text{ m}^3, \quad \text{c) } \text{Forma (i)}$$

$$5.86'I : \text{f, b, d, c, a, e}$$

Selección de Problemas de termodinámica La edición
Se terminó de imprimir en el mes de septiembre del año 2006 en los talleres de la Sección de Impresión y Reproducción de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco
Se imprimieron 400 ejemplares más sobrantes para reposición.
La edición estuvo a cargo de la Sección de Producción y Distribución Editoriales

ISBN: 970-654-478-X



978-97065-44780

GARCIA CRUZ LUZ MARI * SECCION DE IMPRESION

04436



\$ 11.50

Formato de Papeleta de Vencimiento

*El usuario se obliga a devolver este libro en la fecha
señalada en el sello mas reciente*

Código de barras. 2893 160

FECHA DE DEVOLUCION

[illegible]

- Ordenar las fechas de vencimiento de manera vertical.
- Cancelar con el sello de "DEVUELTO" la fecha de vencimiento a la entrega del libro



2893160

UAM
QC311
G3.7
2007

2893160
García Cruz, Luz Maria
Selección de problemas de

SELECCION DE PROBLEMAS DE TERMODINAMICA

GARCIA CRUZ LUZ MARI

04436



\$ 11.00

\$ 11.00

ISBN: 970-654-478-X



978-97065-44780

UNIVERSIDAD
AUTONOMA
METROPOLITANA
Casa abierta al tiempo



División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ciencias Básicas
Coordinación de Extensión Universitaria
Sección de Producción y Distribución Editoriales

Ciencias